



Centre  
de coopération  
internationale  
en recherche  
agronomique  
pour le  
développement

Département  
des systèmes  
agroalimentaires  
et ruraux  
CIRAD-SAR

Antenne  
de la Réunion

97487  
Saint-Denis Cedex  
téléphone :  
(262) 52 50 09  
télécopie :  
(262) 52 68 60  
télex :  
916 033 RE

## **Etude comparative d'itinéraires techniques mécanisés en culture d'oignon à la Réunion :**

Critères techniques et agronomiques,  
évaluation des coûts des opérations d'installation.

Perret S., Gallo J.Y., Ducreux A.  
CIRAD SAR, num. 94/94  
Décembre 1994

# **Etude comparative d'itinéraires techniques mécanisés en culture d'oignon à la Réunion :**

Critères techniques et agronomiques, évaluation des coûts des  
opérations d'installation.

---

## **Résumé :**

Cette étude a consisté à comparer des itinéraires mécanisés d'installation d'une culture d'oignon *Allium cepa*, selon des critères techniques, économiques et agronomiques. On analyse les effets de successions d'outils de travail profond (charrue et machine à bêcher) de reprise (cultivateur léger à dent et cultivateur rotatif lourd) sur les performances du tracteur, sur les coûts, et sur les performances du peuplement végétal. On observe le rôle déterminant de l'opération de reprise, notamment réalisée avec l'outil animé.

**Mots-clés :** Oignon - Travail du sol - Coûts - Matériels - Systèmes de culture - Performances

---

## **Comparative study of mechanized tillage systems on onion cropping (Reunion Island) :**

Technical and agronomical criteria, operating costs estimation.

---

## **Abstract :**

This study aims to compare mechanized tillage systems for onion (*Allium cepa*) cropping, according to technical, economical and agronomical criteria. Tools succession effects are analysed : deep tillage (plough or spading machine) and shallow cultivation (spring-tine cultivator or rotary cultivator). Tractor performances, operating costs and onion growing are measured. The determining impact of the shallow cultivation is shown, especially with the rotary cultivator.

**Keywords :** Onion - Tillage - Costs - Implements - Cropping systems - Performances

---

Cette étude a été réalisée en partenariat avec le CFPPA de Piton Saint-Leu, et  
particulièrement avec la contribution de Y. Souche.

Elle a bénéficié de l'aide financière du Conseil Général de la Réunion, dans le cadre  
de la Convention Pluriannuelle de Recherche CIRAD / Collectivités Locales.

Elle s'inscrit dans une Action Thématique Programmée du CIRAD, (« Interactions  
Sol / Machine en travail du sol mécanisé », ATP num. 10/93)

Perret S., Gallo J.Y., Ducreux A.

CIRAD SAR, num. 94/94

Décembre 1994

# **Etude comparative d'itinéraires techniques mécanisés en culture d'oignon à la Réunion :**

## **Critères techniques et agronomiques, évaluation des coûts.**

*Perret S., Gallo J.Y., Ducreux A., CIRAD Réunion  
avec la contribution de Souche Y., CFPPA de Piton Saint-Leu*

## **1. Présentation**

### **1.1. Contexte**

Malgré une augmentation régulière de la production totale d'oignon (*Allium cepa*) à la Réunion (5381 tonnes en 1992), les importations de bulbes restent très importantes (2415 tonnes en 1992), étant données l'augmentation du marché local et la compétitivité des prix à l'import (Inde notamment).

Culture et filière « Oignon » font donc l'objet d'une attention toute particulière de la part des structures de développement et de coordination (Ch d'Agriculture, ARMEFLHOR) et de la recherche (CIRAD). En outre, les producteurs s'organisent (groupements, CUMA...). Les objectifs partagés sont de diminuer les coûts de production et d'améliorer les conditions de stockage.

Cette étude s'inscrit dans cette démarche et vise à apporter des éléments aptes à optimiser les systèmes de culture, tant au plan technique pour diminuer les charges de mécanisation, qu'au plan agronomique pour augmenter la productivité en soignant les opérations de préparation des sols et d'installation de la culture.

### **1.2. Itinéraires techniques et pratiques culturelles**

Le semis direct mécanisé tend à se développer, pour réduire les coûts et temps de travaux inhérents au repiquage, pratique traditionnelle au demeurant très performante au plan phytotechnique (Leroy, 1994).

Les cultures à petites graines telles que l'oignon, sont très exigeantes quant à la qualité de préparation du sol. En effet, le semis doit s'effectuer sur un sol rattaché, bien affiné en surface afin d'optimiser la levée (lit de semence). Ceci ne peut être obtenu que par l'utilisation d'outils adaptés, un travail dans des conditions idéales (sol ressuyé) et une bonne connaissance des matériels utilisés.

A la Réunion, le manque de matériel adapté disponible et sa mauvaise utilisation ne permettaient que très rarement d'atteindre ces objectifs. La création de groupements d'utilisation de matériel (CUMA « Producteurs d'Oignon Pays ») a permis l'acquisition de nouveaux outils et la mise



en place de nouveaux itinéraires techniques, dont la mise en oeuvre reste à optimiser puisque la productivité moyenne stagne (15 t/ha).

Le labour est dans la plupart des cas réalisé soit avec une charrue à socs classique, soit avec un outil animé ("rotalabour"). Les planches de semis sont parfois façonnées au rotavator. La reprise au Cultirateau (acquis par la CUMA-POP) se développe.

L'itinéraire préconisé actuellement est le suivant (ARMEFLHOR, 1993) : désherbage, épandage de fumier (30-50 t/ha), labour à 15-20 cm (1-1.5 mois avant semis), fumure minérale (600-800 kg/ha) juste avant la reprise au cultirateau, semis.

Il paraissait intéressant de faire le point sur les implications techniques, économiques et agronomiques de différents itinéraires, sur la base d'expérimentations rigoureuses. L'objectif est de fournir des éléments de décision concernant la mise en oeuvre de différents itinéraires, selon ces critères.

### 1.3. Expérimentations

Un essai a été réalisé par le CIRAD en mars 1994, en collaboration avec le CFPPA de Piton Saint-Leu. Certains matériels ont été gracieusement prêtés par la CUMA-POP.

La parcelle d'essai est située à 560 m d'altitude, au dessus de Piton St-Leu. Elle avait pour surface 2560m<sup>2</sup> (60.8m x 42m) et une pente régulière de 5%.

Le matériel végétal est l'oignon rouge, variété G22. L'ensemble de l'itinéraire technique d'installation de la culture et de ces préalables (amendements organiques, désherbages...) sont décrits en annexe. La parcelle expérimentale a bénéficié d'une irrigation par micro-aspiration (micro-jet).

Au plan du suivi agronomique, la comparaison a porté sur huit traitements différents qui se répartissent comme suit :

T1.1 : Labour-Vibroculteur-Semis en éclaté (292m<sup>2</sup>)

T1.2 : Labour-Vibroculteur-Semis en double rang (390m<sup>2</sup>)

T2.1 : Labour-Cultirateau-Semis en éclaté (274m<sup>2</sup>)

T2.2 : Labour-Cultirateau-Semis en double rang (274 m<sup>2</sup>)

T3.1 : Machine à bêcher-Cultirateau-Semis en éclaté (274m<sup>2</sup>)

T3.2 : Machine à bêcher-Cultirateau-Semis en double rang (274m<sup>2</sup>)

T4.1 : Machine à bêcher-Vibroculteur-Semis en double rang (390m<sup>2</sup>)

T4.2 : Machine à bêcher-Vibroculteur-Semis en éclaté (390m<sup>2</sup>)

Au plan technique et économique, les performances de chaque outil ont été mesurées, un calcul des charges de fonctionnement et des charges fixes a été effectué.



## **2. Matériels utilisés**

### **2.1. Cellule motrice**

Le tracteur utilisé pour l'ensemble des opérations est un tracteur Massey-Ferguson à 4 roues motrices, type MF274, de 67 ch DIN (49.3 kW) à 2000 t/mn au moteur, soit 61 ch DIN (44 kW) au régime nominal de la prise de force (540 t/mn). Dans le chapitre suivant (3.), les performances du tracteur, auquel sont attelés les différents outils utilisés, seront détaillées. Les mesures ont été réalisées en conditions réelles de chantier, avec le dispositif embarqué développé par le CIRAD-SAR (Garon, 1990 ; Perret et *al.*, 1994). Les caractéristiques du tracteur fournies par le constructeur ainsi que les résultats du passage au banc dynamométrique sont consignés en annexe.

### **2.2. Charrue à socs**

La charrue utilisée est une charrue bisoc Huard réversible (14 pouces). Les raies de labour sont réalisées selon la plus grande longueur de la parcelle. La profondeur de travail est contrôlée par roue de jauge. Elle est d'environ 16 cm en montant, 20 cm en descendant. La surface travaillée est de 1365 m<sup>2</sup> (hors fourrières). La largeur moyenne de travail par passage est de 0.64 m.

Le tracteur travaille en 3ème Normale à la descente (-5% de pente) et en 2ème Normale à la remontée (+5% de pente).

### **2.3. Rotobêche**

La machine à bêcher utilisée est une rotobêche Cramegna (V84/30 B190), à 8 bèches animées par la prise de force, d'une largeur de travail de 1.80 m. La profondeur de travail (environ 20 cm) est contrôlée par patins. Le tablier en position baissée, disposé à l'arrière du carter, évite la projection du sol travaillé et en augmente l'émiettement.

Le travail se fait selon la plus grande longueur de la parcelle. La surface travaillée est de 1466 m<sup>2</sup> (hors fourrières). Le tracteur a travaillé en 2ème Lente dans un premier temps, puis en 1ère Lente en fin de chantier.

### **2.4. Cultivateur rotatif à deux axes horizontaux**

Cette outil de marque Simon, dénommé Cultirateau, présente deux fraises (axes horizontaux) animées par prise de force. Deux disques latéraux déterminent une largeur de travail de 1.20 m et oriente le massif terreux vers la première fraise tournant dans le sens d'avancement. La profondeur est contrôlée par des roues de jauge à l'arrière du carter, l'aplomb peut être modifié en jouant sur ces roues et sur les disques avant. La première fraise travaille sur environ 20 cm. La deuxième fraise tourne dans le sens inverse et ne reprend que superficiellement le matériau (5 cm). L'arrière du carter façonne le matériau terreux pulvérisé en un billon / planche d'une largeur de 1 m.

Les billons sont confectionnés selon la plus grande longueur de la parcelle. La surface travaillée est de 1095 m<sup>2</sup>. Le tracteur évolue en 1ère Lente.

## **2.5. Cultivateur à dents**

Ce cultivateur léger, de type vibroculteur, dispose de 18 dents et travaille sur 2 m de large. Un rouleau-cage à l'arrière doit normalement assurer un affinage supplémentaire et contrôle grossièrement la profondeur de travail. Celle-ci est malgré tout très variable (quelques cm à 10 cm) et dépend beaucoup de l'état des structures superficielles au moment de l'intervention. Le tracteur évolue en 3ème Normale. Deux passages sont nécessaires à un émiettement superficiel suffisant. Un troisième passage n'apporte rien compte tenu des caractéristiques de l'outil, d'autant que notre réglage n'était pas optimum.

## **2.6. Semoir à oignons**

Le semoir pneumatique de marque Nodet-Gougis sème 4 rangs, en 2 bandes par rangs ou en distribution éclaté par rang. Le semis s'effectue soit sur les planches préparées par le Cultivateur, soit en plein, après la reprise au vibroculteur. La surface totale semée est de 2560 m<sup>2</sup>. Le tracteur évolue en 2ème Lente.

## **2.6. Pulvérisateur**

Une cuve Technoma de 200 litres avec rampe de 4 m est montée sur le tracteur, la pulvérisation se fait sous pression, régulée par prise de force. Le tracteur a évolué en 2ème Normale pour le traitement herbicide de prélevée. La surface traitée couvre 2560 m<sup>2</sup>. Le produit commercial épandu est BRABANT FL (chlorthal) à raison de 12 kg par hectare (soit 900 l de bouillie par hectare).

# **3. Résultats techniques**

## **3.1. Tracteur**

Le passage du tracteur au banc d'essai (banc dynamométrique) a permis de tracer les courbes caractéristiques et de déterminer ainsi les capacités réelles de cette cellule motrice, soit :

- |   |                   |
|---|-------------------|
| - puissance maximale :                        | 40 kW à 1600 t/mn |
| - puissance au régime nominal :               | 38 kW à 2000 t/mn |
| - puissance au régime prise de force 540 t/mn | 38 kW à 1940 t/mn |

On constate que, dans les régimes supérieurs à 1600 t/mn, le tracteur ne fournit pas sa puissance normale (perte de 15% au régime nominal).

Le changement des filtres et injecteurs a permis de retrouver les performances normales  
soit :

- puissance au régime nominal : 44 kW à 2000 t/mn
- puissance au régime prise de force 540 t/mn 44 kW à 1940 t/mn

Pour juger de l'adéquation tracteur / outils, nous avons calculé, en travail, les deux ratios  
suivants:

- la charge (%) = puissance consommée / puissance nominale
- la charge "relative" (%) = puissance consommée / puissance maximale au régime

### **3.2. Performances et comportement des matériels**

#### *3.2.1. Labour à la charrue bisoc*

##### **Performances d'ensemble :**

Rendement (hors fourrière) : 4h24 /ha (pour 1365 m<sup>2</sup> travaillés, hors fourrières)

Consommation totale en g.o. : 4.26 litres soit 31.2 l/ha

Dépense énergétique globale : 1209 MJ/ha

##### **Performances au travail (moyennes à la descente, 3N, pente -5%)**

Régime moteur : 2080 t/min.

Vitesse réelle d'avancement : 2.22 m/s soit 8 km/h

Glissement : 11.2 %

Consommation : 12.83 l/h

Effort à la barre : 9.02 kN

Puissance PTO : 37.3 kW

Charge : 84.7 %

##### **Performances au travail (moyennes à la remontée, 2N, pente +5%)**

Régime moteur : 2200 t/min.

Vitesse réelle d'avancement : 1.75 m/s soit 6.3 km/h

Glissement : 14 %

Consommation : 12.75 l/h

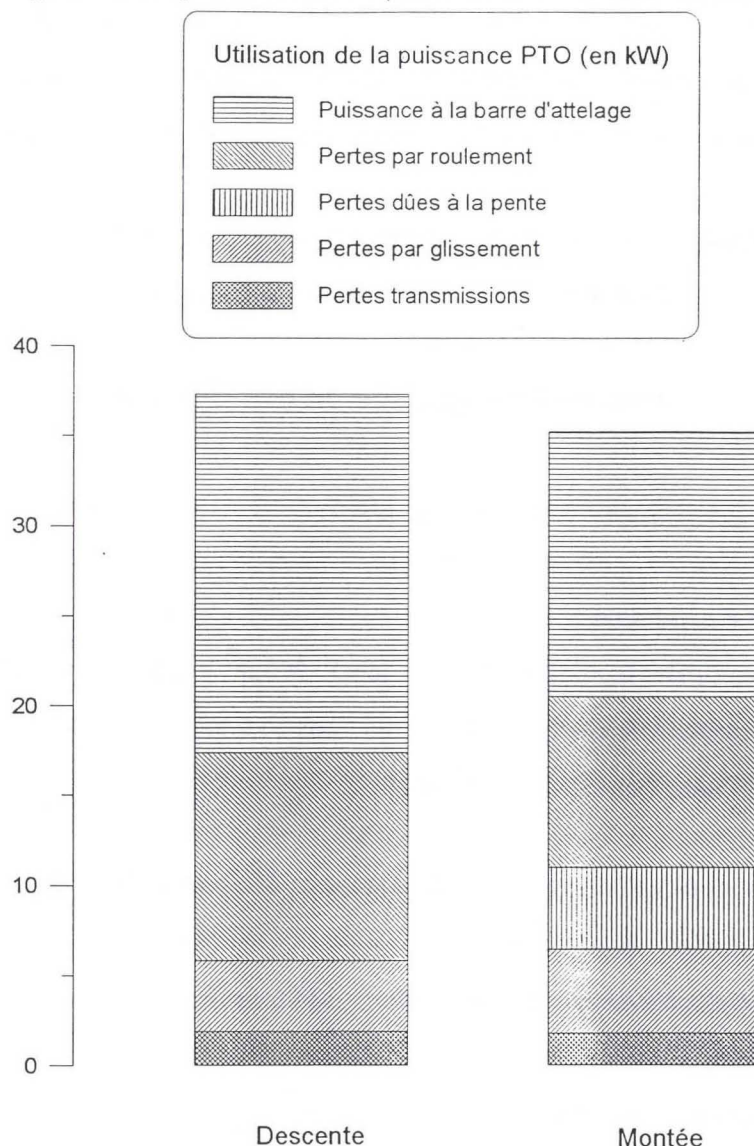
Effort à la barre : 8.44 kN

Puissance PTO : 35.2 kW

Charge : 80.0 %



Figure 1. Répartition de la puissance PTO lors du labour



### Comportement général, discussion

Les résultats indiquent une utilisation globalement rationnelle du matériel. La charge du tracteur est forte (> 80 %), le glissement reste modéré, même en montée.

Si les puissances PTO sont très proches dans les deux conditions, leurs utilisations sont différentes (figure 1.). Les pertes de puissance sont un peu supérieures en montée (20.5 kW contre 17.3 kW), en raison de l'effet direct de la pente et du glissement. Les pertes de puissance par roulement sont en revanche un peu plus faibles en montée en raison de la vitesse réduite. De même, la consommation de puissance à la barre est plus faible en montée, en raison de la profondeur de travail réduite (16 cm).

On notera que le coefficient de roulement peut être calculé, connaissant les autres pertes. Il s'élève à 13 % en moyenne sur l'ensemble du labour. Ce coefficient est donc élevé par rapport aux normes connues en sols agricoles (8 à 12 % d'après Garon, 1990), et traduit la résistance importante au roulement et la portance faible des sols à caractère andique.

En conclusion, on soulignera que le matériel a été moins bien utilisé dans les raies de labour montantes, car si le supplément de perte était incontournable, ainsi que la réduction de la vitesse, une profondeur de travail plus importante aurait permis d'augmenter la part de puissance dédiée à la traction et de charger plus le tracteur. En outre, le travail à cette profondeur peut induire des risques agronomiques qui seront discutés plus loin.

Au plan de la qualité générale du travail, le médiocre retournement constaté est typique de la couche superficielle peu cohérente des sols andiques (Perret, 1993). Les implications sur le profil résultant seront abordées plus loin.

### *3.2.2. Travail à la rotobêche*

#### **Performances d'ensemble**

Rendement (hors fourrières) : 3h12 /ha (pour 1466 m<sup>2</sup> travaillés, hors fourrières)

Consommation totale en g.o. : 3.6 litres soit 24.6 l/ha

Dépense énergétique globale : 948 MJ/ha

#### **Performances moyennes au travail (en 2L)**

Régime moteur : 1968 t/min. (Descente) / 1973 t/min. (Montée)

Régime prise de force : 547 t/min. (Descente) / 548 t/min. (Montée)

Vitesse réelle d'avancement : 0.743 m/s (D) / 0.722 m/s (M)

soit : 2.7 et 2.6 km/h

Glissement : -5.54 % (D) / -2.26 % (M)

Consommation : 8.52 l/h (D) / 9.03 l/h (M)

Puissance PTO : 25.1 kW (D) / 26.9 kW (M)

Charge : 57.0 % (D) / 61.1 % (M)

#### **Performances moyennes au travail (en 1L)**

Régime moteur : 2048 t/min. (Descente) / 2102 t/min. (Montée)

Régime prise de force : 569 t/min. (Descente) / 584 t/min. (Montée)

Vitesse réelle d'avancement : 0.483 m/s (D) / 0.478 m/s (M)

soit : 1.74 et 1.72 km/h

Glissement : 2.6 % (D) / 6.04 % (M)

Consommation : 8.6 l/h (D) / 9.15 l/h (M)

Puissance PTO : 24 kW (D) / 24.9 kW (M)

Charge : 48.8 % (D) / 50.6 % (M)

### **Comportement général, discussion**

On note la charge modérée du tracteur (60 %), qui aurait pu supporter un outil plus large. Le travail en 2ème Lente semble optimum. Pour une profondeur travaillée similaire, la rotobèche a consommé moins de puissance que la charrue. Les temps de travaux sont également plus faibles. Une différence encore plus nette serait apparue en incluant les fourrières, toujours longues à réaliser à la charrue en petite parcelle.

Le mouvement des bèches induit une force motrice qui pousse le tracteur : le glissement est négatif en 2L, très faible en 1L. En conditions difficiles (pente et dévers forts, faible traficabilité et humidité du terrain, exiguïté des parcelles), il a déjà été observé que l'ensemble tracteur-rotobèche se comporte de façon beaucoup plus satisfaisante que le tracteur en labour à la charrue (glissement nul, conduite plus aisée du tracteur, fourrières faciles à réaliser) (Perret et al., 1991a et b).

### **3.2.3. Reprise au cultivateur rotatif à deux axes horizontaux**

#### **Performances d'ensemble**

Rendement : 6h24 /ha (pour 1095 m<sup>2</sup> travaillés)

Consommation totale en g.o. : 5.05 litres soit 46.12 l/ha

Dépense énergétique globale : 1781 MJ/ha

#### **Performances moyennes au travail (en 1L)**

Régime moteur : 1851 t/min. (Descente) / 1860 t/min. (Montée)

Régime prise de force : 514 t/min. (Descente) / 517 t/min. (Montée)

Vitesse réelle d'avancement : 0.434 m/s (D) / 0.42 m/s (M)

soit : 1.56 et 1.51 km/h

Glissement : 3.73 % (D) / 7.41 % (M)

Consommation : 8.92 l/h (D) / 9.26 l/h (M)

Puissance PTO : 29 kW (D) / 29.8 kW (M)

Charge : 65.9 % (D) / 67.7 % (M)

### **Comportement général, discussion**

Compte tenu des temps de travaux (vitesse réduite), la dépense énergétique est importante, en particulier si l'on considère qu'il s'agit d'un outil de reprise. On remarquera que la puissance consommée par un tel outil est plus importante que celle utilisée par la rotobèche, alors que celle-ci travaille un sol cohérent, non encore émietté. Le Cultirateur reprend intégralement le massif terreux préalablement travaillé par la charrue ou la rotobèche. La charge du tracteur reste cependant modérée (65-70 %).

Le sens de rotation et la forte profondeur de travail de la première fraise génère des forces motrices pour l'ensemble tracteur-outil : le glissement est limité. On notera la difficulté à



réaliser des buttes droites et parallèles. Ce point nécessite une attention toute particulière de la part du chauffeur, en vue du semis. Dès lors que le déplacement se fera en dévers, la réalisation de buttes aptes au semis mécanisé sera impossible.

D'autres chantiers ont été suivis en juin 1994 chez quelques adhérents de la CUMA-POP. Les temps de travaux totaux relevés sur 3 chantiers varient entre 4h50 et 7h20 par hectare. On note cependant des arrêts fréquents qui allongent considérablement ces temps en sol pierreux (casse des boulons de sécurité).

### *3.2.4. Reprise au cultivateur à dents flexibles*

#### **Performances d'ensemble**

Rendement : 2h42 /ha (pour 1700 m<sup>2</sup> travaillés)

Consommation totale en g.o. : 2.21 litres soit 13 l/ha

Dépense énergétique globale : 506 MJ/ha

#### **Performances moyennes au travail (en 3N, en ligne droite)**

Régime moteur : 2151 t/min. (Descente) / 2088 t/min. (Montée)

Vitesse réelle d'avancement : 2.43 m/s (D) / 2.29 m/s (M)

soit : 8.7 et 8.2 km/h

Glissement : 5.5 % (D) / 7.5 % (M)

Consommation : 8.62 l/h (D) / 10.03 l/h (M)

Puissance PTO : 22.6 kW (D) / 29.2 kW (M)

Charge : 51.4 % (D) / 66.4 % (M)

#### **Comportement général, discussion**

Ce matériel léger consomme peu de puissance. Celle-ci est d'ailleurs déterminée principalement par la vitesse de déplacement élevée et la résistance au roulement. La charge du tracteur reste modérée (50-65 %). Le glissement est faible en ligne droite, mais devient très important dans les virages, effectués à la même vitesse. Il peut alors dépasser 30 %.

Au plan du réglage, il convient de trouver un compromis :

- soit on essaie d'augmenter la profondeur de travail et l'impact des dents en relevant le rouleau-cage, il en résulte alors un lit de semence de structure et de profondeur irrégulière,
- soit on fait appuyer le rouleau au maximum en espérant le voir calibrer les mottes en surface et rappuyer le lit de semence, mais les dents travaillent alors de façon très superficielle, l'émiettement sera moindre si les mottes sont cohérentes.

Sur le type de sol de l'essai, un cultivateur à disques pourrait assurer un émiettement supérieur et plus homogène du lit de semence. Il conviendra d'en faire l'essai en 95.

### 3.2.5. Semis de l'oignon

#### Performances d'ensemble

Rendement : 6h44 /ha après vibroculteur, en semis éclaté  
6h24 /ha après vibroculteur, en semis double bande  
7h36 /ha après Cultirateur, en semis éclaté  
7h36 /ha après Cultirateur, en semis double bande

Consommation totale en g.o. : 4.5 litres soit 17.58 l/ha

Dépense énergétique globale : 680 MJ/ha

#### Performances moyennes au travail (en 2L, sur les planches-billon)

Régime moteur : 1330 t/min. (Descente) / 1336 t/min. (Montée)

Régime prise de force : 369 t/min. (Descente) / 371 t/min. (Montée)

Vitesse réelle d'avancement : 0.496 m/s (D) / 0.485 m/s (M)  
soit : 1.79 et 1.74 km/h

Glissement : 1.56 % (D) / 4.32 % (M)

Consommation : 2.74 l/h (D) / 3.01 l/h (M)

Puissance PTO : 4.46 kW (D) / 6.34 kW (M)

Charge : 10.1 % (D) / 14.4 % (M)

#### Performances moyennes au travail (en 2L, en plein après vibroculteur.)

Régime moteur : 1311 t/min. (Descente) / 1322 t/min. (Montée)

Régime prise de force : 364 t/min. (Descente) / 367 t/min. (Montée)

Vitesse réelle d'avancement : 0.491 m/s (D) / 0.480 m/s (M)  
soit : 1.77 et 1.73 km/h

Glissement : 1.06 % (D) / 4.07 % (M)

Consommation : 2.57 l/h (D) / 2.9 l/h (M)

Puissance PTO : 3.263 kW (D) / 5.571 kW (M)

Charge : 7.4 % (D) / 12.7 % (M)

#### Comportement général, discussion

Le semis consomme classiquement peu de puissance. La charge du tracteur est très réduite (7 à 15 %). Comme pour la reprise au vibroculteur et le traitement au pulvérisateur, un tracteur de plus faible motorisation pouvait convenir.

On notera que le glissement et la consommation sont un peu plus importants dans le cas du semis sur billon. De même, les temps de travaux supérieurs traduisent la difficulté du semis sur

les billons étroits façonnés par le Cultirateau, nécessitant une attention toute particulière puisque tout écart de trajectoire du tracteur conduit à la détérioration du billon. Un tracteur équipé de roues étroites apparaît plus adapté à ce type de succession. De même, la largeur des buttes impose un réglage en largeur minimale du semoir, sans plus de marge de manoeuvre.

La présence de pierre et de grosses mottes (vibroculteur) provoquent des bourrages constants au niveau des éléments semeurs.

Enfin, on notera que le passage de la configuration de semis « double-bande » / « bande éclatée » nécessite beaucoup de temps.

D'autres chantiers ont été suivis en juin 1994 chez quelques adhérents de la CUMA-POP. Les temps de travaux totaux relevés sur 4 chantiers varient entre 2h35 et 4h35 par hectare, soit des temps nettement moindres que ceux mesurés lors de l'essai. Cette différence semble liée à la surface supérieure des parcelles (longueur moyenne des planches semées plus importante), qui permet une diminution relative des temps de manoeuvre. La vitesse d'avancement a pu être un peu supérieure également. En revanche, les problèmes de bourrage inhérents à la présence de pierres ou de débris végétaux ont été relevés.

### *3.2.6. Traitement herbicide pré-levée*

#### **Performances d'ensemble**

Rendement : 1h22 /ha

Consommation totale en g.o. : 1.8 litres soit 10.55 l/ha

Dépense énergétique globale : 406 MJ/ha

#### **Performances moyennes au travail (en 2N)**

Régime moteur : 2029 t/min.

Régime prise de force : 564 t/min.

Vitesse réelle d'avancement : 1.173 m/s

soit : 4.22 km/h

Glissement : 3.2 %

Consommation : 5.36 l/h

Puissance PTO : 8.01 kW

Charge : 18.2 %

#### **Comportement général, discussion**

Cette opération consomme peu de puissance. La charge du tracteur est très réduite (18 %). Un tracteur plus petit et/ou une cuve de plus grande capacité conviendraient mieux à ces conditions. En revanche, la rampe de 4 m a permis d'avoir un recouvrement minimum entre passages.



On notera que l'herbicide utilisé, le produit commercial BRABANT (matière active : chlorthal) d'un coût très élevé (voir plus loin), n'a pas permis un contrôle correct des mauvaises herbes. Le produit RAMROD (matière active : propachlore) reste préconisé par l'ARMEFLHOR, suite à des essais comparatifs avec le Service de Protection des Végétaux de la DAF (ARMEFLHOR, 1993).

### 3.3. Performances comparées

Le tableau 1. regroupe l'essentiel des caractéristiques moyennes de fonctionnement du tracteur selon l'outil utilisé. L'analyse de ces données montre que :

① les valeurs de charge discriminent trois groupes d'outils :

- charrue et cultivateur,
- rotobèche et vibroculteur,
- semoir et pulvérisateur ;

le tracteur est relativement bien adapté au premier groupe ; en revanche, l'adéquation avec le deuxième pourrait être meilleure en utilisant un tracteur moins puissant (40 kW ou 60 ch), ou en prenant des outils plus larges ; enfin, semoir et pulvérisateur pourraient être utilisés avec un tracteur de 30 kW environ (ou 40 ch) ; des associations d'outils pourraient aussi être envisagées (reprise associée au semis) ;

② les temps de manoeuvre sont déterminants sur le temps total de travail ;

30" est un temps de manoeuvre moyen acceptable pour des conditions normales de travail mais certains matériels ont exigé des temps très importants :

- \* 1 mn pour le cultivateur ce qui représente une majoration de 15% environ du temps de travail total,

- \* 1 mn 45" à 2 mn pour le semoir soit une incidence de 30% environ ;

certaines matériels influent sur les temps de travaux des outils qui les suivent : + 15% pour le semis derrière cultivateur ;

③ le choix de la vitesse enclenchée est déterminant ; pour un matériel et un travail donnés, et pour des rendements horaires équivalents, on a toujours intérêt à choisir la vitesse la plus élevée possible dans la gamme :

- \* régulation du régime par le couple résistant,

- \* meilleur rendement énergétique (les consommations spécifiques peuvent être divisées par deux).

Tous ces résultats mettent en évidence d'une part l'intérêt de comparer des itinéraires complets et non des outils, et d'autre part l'importance de l'organisation des chantiers et le choix des réglages sur les coûts de fonctionnements.

Tableau 1. Fonctionnement du tracteur en regard des différents matériels : Caractéristiques synthétiques (moyennes)

(première donnée : à la descente ; seconde donnée : à la montée)

Matériels :	Charrue	Rotobêche	Vibroculteur	Cultirateur	Semoir après V	Semoir après C	Pulvérisateur
Rapport boîte tracteur	3N / 2N	2L	3N	1L	2L	2L	2N
Régime moteur (t.min. <sup>-1</sup> )	2080 / 2200	1970	2150 / 2090	1850 / 1860	1310 / 1320	1330 / 1340	2030
Régime prise de force (t.min. <sup>-1</sup> )	-	547	-	514 / 517	364 / 367	369 / 371	564
Vitesse réelle moyenne au travail (km.h <sup>-1</sup> )	8 / 6.3	2.7	8.7 / 8.2	1.6 / 1.5	1.8 / 1.7	1.8 / 1.7	4.2
Glissement au travail (%)	11.2 / 14	-5.5 / -2.3	5.5 / 6.5	3.7 / 7.4	1.1 / 4.1	1.6 / 4.32	3.2
Temps de manoeuvre moyen (s)	33	29	43	68	105	124	26
Rendement (h.ha <sup>-1</sup> )	4 :24	3 :12	2 :42	6 :24	6 :35	7 :36	1 :22
Charge moyenne au travail(%)	84.7 / 80	57 / 61.1	51.4 / 66.4	65.9 / 67.7	7.4 / 12.7	10.1 / 14.4 -	18.2
Consommation totale (l.ha <sup>-1</sup> )	31.2	24.6	13	46.1	17.6	17.6	10.6
Consommation horaire moyenne au travail (l.h <sup>-1</sup> )	12.8	8.5 / 9	8.6 / 10	8.9 / 9.3	2.6 / 2.9	2.7 / 3	5.4

## 4. Aspects économiques : calcul des charges de mécanisation

### 4.1. Bases de calcul

Le calcul des charges entraînées par l'utilisation du matériel a été réalisé selon la méthode IGER-BCMEA (Fiévet, 1982). Ces charges sont de 3 types :

- les charges fixes, inhérentes à la possession de l'équipement, représentées par l'amortissement, les frais financiers, des frais divers (assurance, remisage) ;
- les charges de fonctionnement, représentées par les frais de consommables (carburant, lubrifiant, pneumatiques) et de réparation ;
- les charges de main d'oeuvre.

L'évaluation horaire ou par hectare des charges fixes dépend d'hypothèses concernant l'utilisation du matériel, sa dépréciation, sa durée d'amortissement, le taux d'intérêt du prêt. Le tableau 2. décrit ses hypothèses, basée sur les préconisations IGER-BCMEA, parfois ajustées aux conditions réunionnaises.

Tableau 2. Charges fixes : hypothèses concernant les matériels utilisés.

Matériel :	Utilisation annuelle	Amortissement	Dépréciation
Tracteur	600 h	7 ans	25 %
Charrue bisoc	200 h	10 ans	15 %
Rotobêche	200 h	7 ans	25 %
Vibroculteur	100 h	10 ans	10 %
Cultirateur	200 h	7 ans	25%
Semoir pneumatique	200 h	5 ans	25 %
Pulvérisateur porté	200 h	7 ans	20 %

Le taux d'intérêt du prêt est fixé à 7.5 % pour tous les matériels

Tableau 3. Charges entraînées par l'utilisation des matériels : coûts horaires

Matériel :	Charges fixes en F/h	Charges variables en F/h	Total en F/h
Labour charrue bisoc	67.70	51.23	118.93
Préparation Rotobêche	102.80	116.46	219.26
Reprise Vibroculteur	57.46	34.56	92.02
Reprise Cultirateur	117.96	140.26	258.22
Semoir après Vibro.	139.11	65.32	204.43
Semoir après Cultirateur.	139.11	65.60	204.71
Pulvérisateur porté	59.58	33.00	92.58



Tableau 4. Charges entraînées par l'utilisation des matériels : coûts par hectare

Matériel :	Charges fixes en F/ha	Charges variables en F/ha	Charges de main d'oeuvre en F/ha <sup>(1)</sup>	Total en F/ha
Labour charrue bisoc	297.88	225.41	264.00	787.29
Préparation Rotobèche	328.96	372.67	192.00	893.63
Reprise Vibroculteur	155.14	93.31	162.00	410.45
Reprise Cultirateur	754.94	897.66	384.00	2036.60
Semoir après Vibro.	913.95	429.15	394.20	1737.30
Semoir après Cultirateur.	1057.24	498.56	456.00	2011.80
Pulvérisateur porté	97.12	53.79	97.80	248.71 <sup>(2)</sup>

(1) Coût horaire de la main d'oeuvre : 60F/h de conduite tracteur par 1 chauffeur.

(2) Total auquel il faut ajouter 3300 F d'herbicide pré-levée (12 kg/ha de produit commercial « Brabant » à 275 F/kg) ou 558 F (9 l/ha de « Ramrod » à 310 F/5l) et 2000 F de semence (4 kg/ha à 500 F/kg).

## 4.2. Résultats

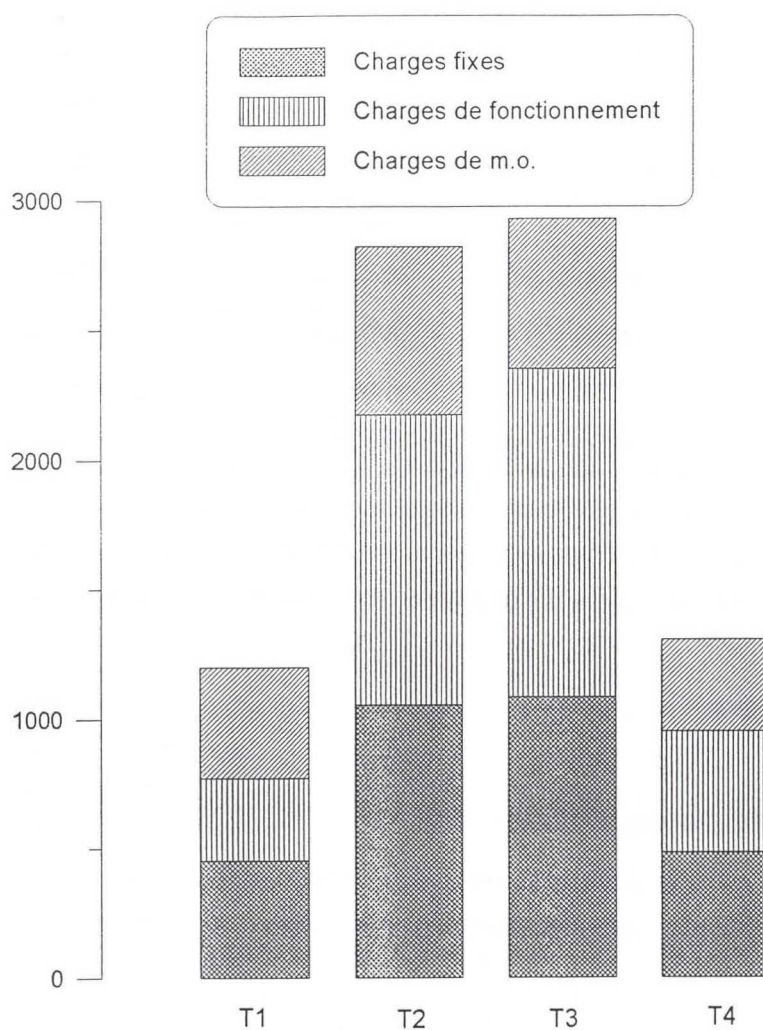
### *Coûts horaires et par hectare*

Les charges horaires d'utilisation du matériel sont exposées dans le tableau 3. Les charges par hectare d'utilisation du matériel sont exposées dans le tableau 4. Les données intègrent les charges d'utilisation du tracteur.

### *Evaluation de coûts d'itinéraires cohérents*

La figure 2. synthétise les coûts des itinéraires de préparation de sol (hors semis et traitement). La figure 3. détaille par poste le coût global de chaque itinéraire, tout compris.

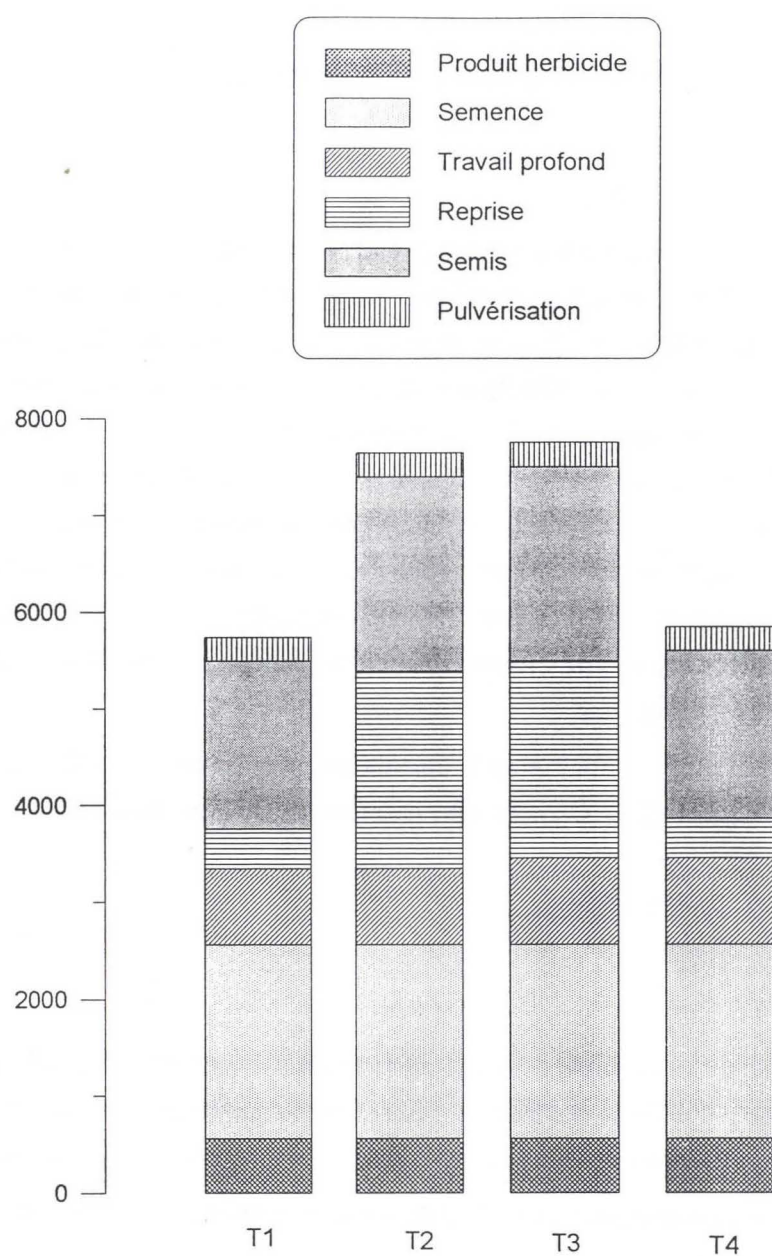
Figure 2. Coûts d'utilisation des matériels en FF/ha, pour différents itinéraires de préparation de sol.



En additionnant l'ensemble des postes (y compris intrants -semences et herbicide pré-levée RAMROD-), on peut évaluer le coût inhérent à d'installation mécanisé d'un hectare d'oignon. La fourchette s'étend de 5742 FF (Charrue + Vibroculteur) à 7749 FF (Rotobèche + Cultirateur).

On notera que l'herbicide BRABAND utilisé est 5 fois plus coûteux à l'hectare que RAMROD actuellement préconisé, pour un contrôle très médiocre de la flore adventice lors de l'essai (notamment *Cyperus sp.*).

Figure 3. Charges globales de chaque itinéraire, par poste, en FF/ha





## 5. Résultats agronomiques

### 5.1. Etats initiaux et résultants du profil, suivi

#### 5.1.1. Précédents

La dernière mise en culture a coupé la parcelle actuelle en deux parties, selon sa plus grande longueur (Est-Ouest). Une large partie Nord a été cultivée en oignon jaune, récoltés en août 93, puis elle s'est couverte progressivement d'adventices herbacées, maîtrisées au glyphosate. La partie Sud a été plantée en carottes, non récoltées (attaque généralisée de nématodes certainement occasionnée par un excès de matière organique fraîche, déformation des carottes, non commercialisables). Les résidus de ces carottes, le fort taux de matière organique, complétés par les apports de lisiers en février 94, donnent un aspect particulier au sol dans la bande la plus au Sud de la parcelle : couleur gris-noir, grosses mottes très dures et stables, fortes activité lombricienne et macrofaunique... Les travaux de Villeneuve (94) sur l'hétérogénéité spatiale des paramètres chimiques de cette parcelle discriminent nettement cette zone, au pH et à la CEC plus élevée, plus riche en bases et en matière organique. Compte tenu du découpage pour réaliser les itinéraires, cette zone a été bêcher, puis reprise au vibroculteur.

En outre, la parcelle, initialement aplanie par décaissement (1967), présente une pierrosité supérieure dans sa partie haute (Est). On note donc deux orientations de variabilité.

#### 5.1.2. Profils initiaux

##### Description

Le matériau de couverture est généralement brun à caractère andique, issu de l'altération des épaisses cendres émises par le Piton des Neiges (Phase IV) et épandues sur la zone. Il est associé localement à des ressauts rocheux (anciennes coulées) décapés par l'érosion et devient brun caillouteux.

Deux fosses pédologiques sont décrites et correspondent à cette variabilité de la couverture dans son épaisseur et son aspect :

- en haut de parcelle, on trouve vers -45 cm la roche initiale en gros blocs altérés en surface, associés à des zones d'accumulation ferro-manganique. Au dessus, le sol est très poreux, brun rougeâtre, au toucher onctueux, avec des agrégats d'origine biologique et quelques cailloux centimétriques. Entre -40 et -15 cm, le sol devient très meuble (état structural ouvert), brun-jaune, à l'agrégation finement grumeleuse associée à de petites mottes centimétriques poreuses et fissurées, fragiles. La pierrosité devient forte, 10 à 20 % de morceaux de basalte peu altéré. On observe quelques racines et beaucoup de petits lombrics indéterminés. Entre -15 et -10 cm, on retrouve quelques traces des précédents culturaux : racines de plantes adventices, anciennes tiges de maïs enveloppées de mycélium. Dans l'horizon le plus superficiel, on trouve quelques mottes centimétriques sèches et dures, mais poreuses, noyées dans de la terre fine particulière, grumeleuse. La pierrosité est forte (10 à 20 %).

- en bas de parcelle, le matériau brun-andique profond originel est toujours présent : entre -110 et -25 cm, le matériau est de structure continue, plus gras, humide et nettement andique en profondeur, plus

finement poreux en remontant. Il prend un toucher argilo-limono-sableux vers -25 cm, finement grumeleux, mais toujours sans macropores ni fissures. La pierrosité est nulle. Par place, on retrouve des résidus organiques enfouis en décomposition. Entre -5 et -25 cm, le matériau devient très meuble, finement grumeleux, déstructuré avec quelques mottes centimétriques peu cohérentes, d'autres plus dures et stables, anguleuses, aux faces lisses. Le sol brun-jaune est frais, de toucher sablo-limoneux. On note une macrofaune peu abondante (lombrics, vers blancs). Dans la zone superficielle, le matériau est sec, au toucher nettement sableux, grumeleux fin à particulaire pulvérulent, on observe quelques pierres centimétriques.

Malgré un remodelage important de la parcelle et des profils sensiblement différents, les systèmes de culture successifs ont généré un horizon cultural assez homogène jusqu'à -25 cm, seule la pierrosité plus importante différencie nettement la partie haute.

### *5.1.3. Profils résultants : diagnostic, éléments de pronostic*

Compte tenu de la faible cohésion et de la prédominance d'une structure fragmentaire dans la couche labourée, la charrue n'est pas parvenue à retourner convenablement le matériau. L'enfouissement des résidus du précédent et des adventices est imparfait, localisé en paquets. Les socs découpent des éléments allongés décimétriques, arrachés au matériau plus humide sous-jacent et remontés en surface.

La machine à bêcher a homogénéisé le profil, en accentuant encore l'émiettement et la faible cohésion. Pour cet outil comme pour la charrue, on n'observe pas d'indices de tassement profond ou de lissage. A certains endroits, non pierreux et moins organiques, l'outil laisse un état superficiel directement propice au semis. Dans la partie Sud, très organique, les bêches fragmentent mal les mottes dures préexistantes, voire même les concentrent en surface. Cela rend difficiles les conditions de reprise et de semis. On notera que la charrue dans les mêmes conditions n'aurait pas fait mieux.

La reprise au Cultirateur sur 20 cm de profondeur détruit tout élément structural supérieur au cm, ainsi que la macrofaune. L'outil hache et répartit les résidus organiques et le lisier épandu. Le profil résultant est donc constitué de buttes de 12 à 15 cm de haut par rapport au passage de roues, de 1 m de large au sommet, homogènes sur 20 cm de profondeur : très meubles, constituées de terre fine et de petites mottes n'excédant pas le centimètre de diamètre. On observe sous le fond de travail des dents, une zone plus compacte, lissée.

En conditions sèches, la rupture des films d'eau dans ce profil peut empêcher toute alimentation capillaire par le bas. Ce point, anecdotique en conditions d'apport d'eau non limité, peut devenir essentiel en cas de rupture de l'irrigation à des stades clés (levée, bulbification). Le problème est intervenu lors de l'essai, il est analysé au chapitre 5.2.4.

La reprise au vibroculteur (2 passages) a pour effet principal de niveler la parcelle avant semis. Après machine à bêcher, son effet est négligeable sur l'émiettement. Après labour, le vibroculteur parvient à briser les mottes les plus grosses en surface. Un troisième passage n'apporte rien, compte tenu des caractéristiques de l'outil utilisé. Cette outil respecte la macrofaune, la continuité capillaire et les structures déterminées par le travail profond, l'ameublissement reste modéré.

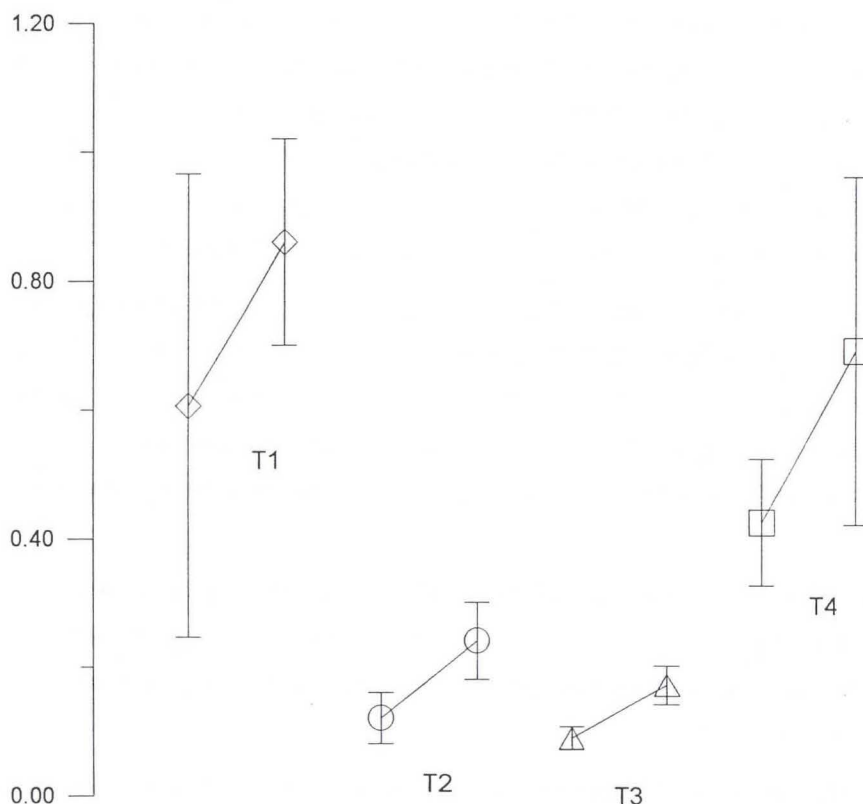
## Pénétrométrie

Des mesures au pénétromètre à cône fournissent la résistance à la pénétration. Initialement, elle est de  $1.7 \text{ MPa} \pm 0.3$  sur l'ensemble de la parcelle, pour un enfoncement de 15 cm. Cette valeur très faible pour un sol agricole rattaché, traduit bien l'état structural très ouvert, peu cohérent de la couche superficielle.

Après travail et reprise, les valeurs obtenues traduisent l'ameublissement opéré, et discriminent bien les itinéraires (figure 4.) : le Cultirateur fournit les valeurs les plus faibles et les plus homogènes. Cette outil efface presque totalement les effets de la préparation profonde. Le vibroculteur ne reprend que superficiellement le matériau et l'on observe la plus grande variabilité du profil après labour (présence de mottes) par rapport à la rotobèche.

Après 2 mois de culture, on observe un retassement général, mais les différences établies à la préparation de sol persistent.

Figure 4. Pénétrométrie : résistance à la pénétration sur 15 cm de sol repris (en MPa) (moyennes  $\pm$  écart-type, 10 échantillons/traitement), selon les itinéraires : T1 = Charrue + Vibroculteur, T2 = Charrue + Cultirateur, T3 = Rotobèche + Cultirateur, T4 = Rotobèche + Vibroculteur. Mesures le 01/04/94 et le 01/06/94.



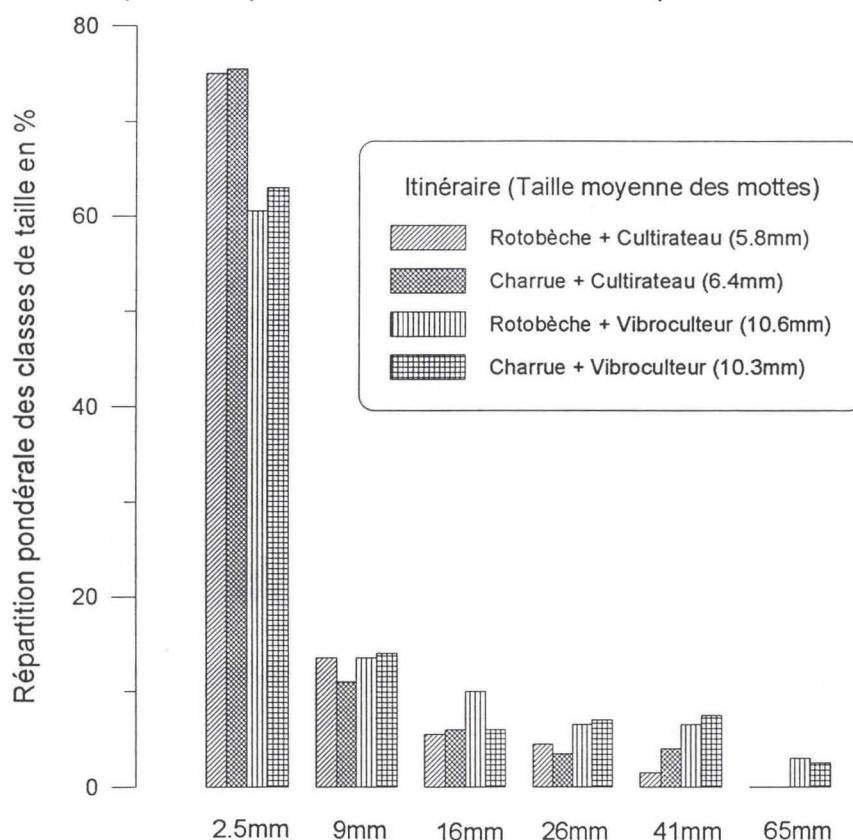
## Etat de surface

Dans la mesure où le semis intéresse les premiers cm du sol, il paraissait important de quantifier l'état des structures présentes dans le lit de semence (Figure 5.). La taille des mottes superficielles déterminent en effet la qualité du semis et les phases de développement initiales de la culture (germination, levée).



On constate que l'outil de reprise détermine à lui seul la distribution des éléments en surface. La présence d'éléments de taille supérieure à 30 mm n'apparaît pas de façon spectaculaire sur les histogrammes, c'est pourtant la fraction déterminante sur l'appréciation visuelle que peuvent porter les praticiens, et sur les problèmes de bourrage au semis, de germination et levée de l'oignon.

Figure 5. Répartition pondérale des classes de taille d'agréats dans le lit de semence (0-10 cm) selon les itinéraires techniques



#### Mesures du stock d'eau dans l'horizon cultural

Des mesures de teneur en eau volumique ont été réalisées après 2 mois de culture, par atténuation neutronique à différentes profondeurs dans le profil et à différentes dates. Ces mesures discriminent à chaque fois très nettement le travail réalisé au Cultirateur : l'ameublissement généré par cet outil amoindrit le stock hydrique dans la zone d'enracinement de l'oignon. Un exemple est donné en figure 6.

#### Mesures de la porosité dans l'horizon cultural

Des mesures de masse volumique apparente ont été réalisées après 2 mois de culture, par atténuation photonique à différentes profondeurs dans le profil et à différentes dates. Les profils de densité obtenus discriminent le travail du Cultirateur et confirment les résultats obtenus en pénétrométrie.

En surface, on note une certaine homogénéité (retassement climatique et mécanique du lit de semence, effet du semis mécanisé, irrigation). En revanche, dans les 25 premiers centimètres, le cultirateur génère une porosité très importante et rémanente (2-3 mois après semis), de l'ordre de 60%, contre 50% dans le cas du profil repris au vibroculteur.

Figure 6. Profils hydriques selon les différents itinéraires. Mesures le 01/06/94.

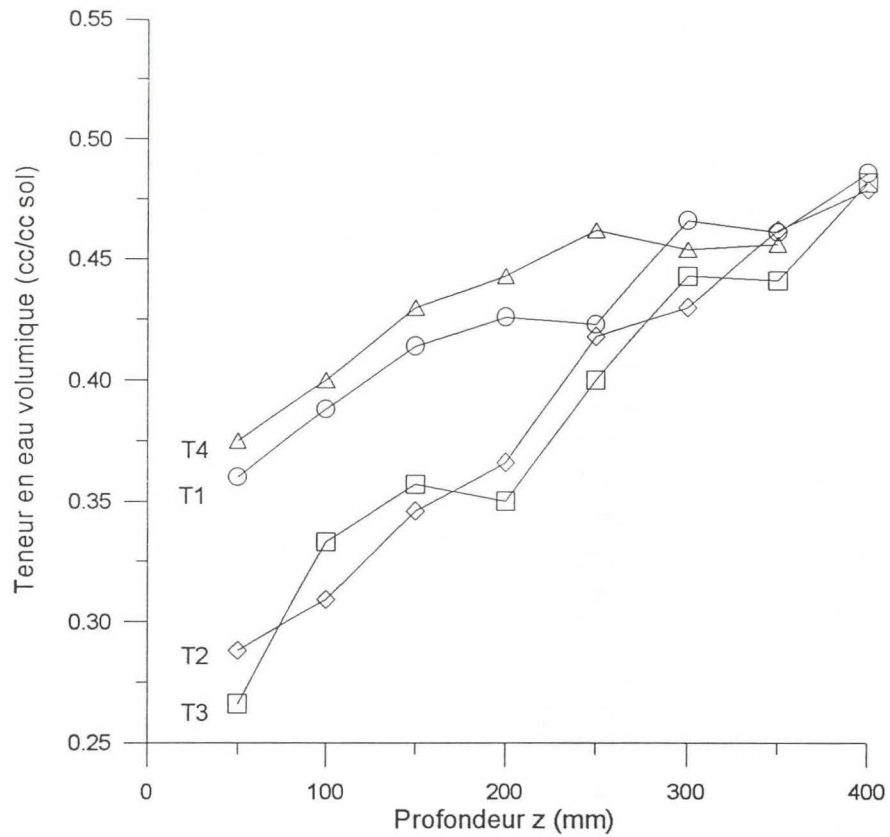
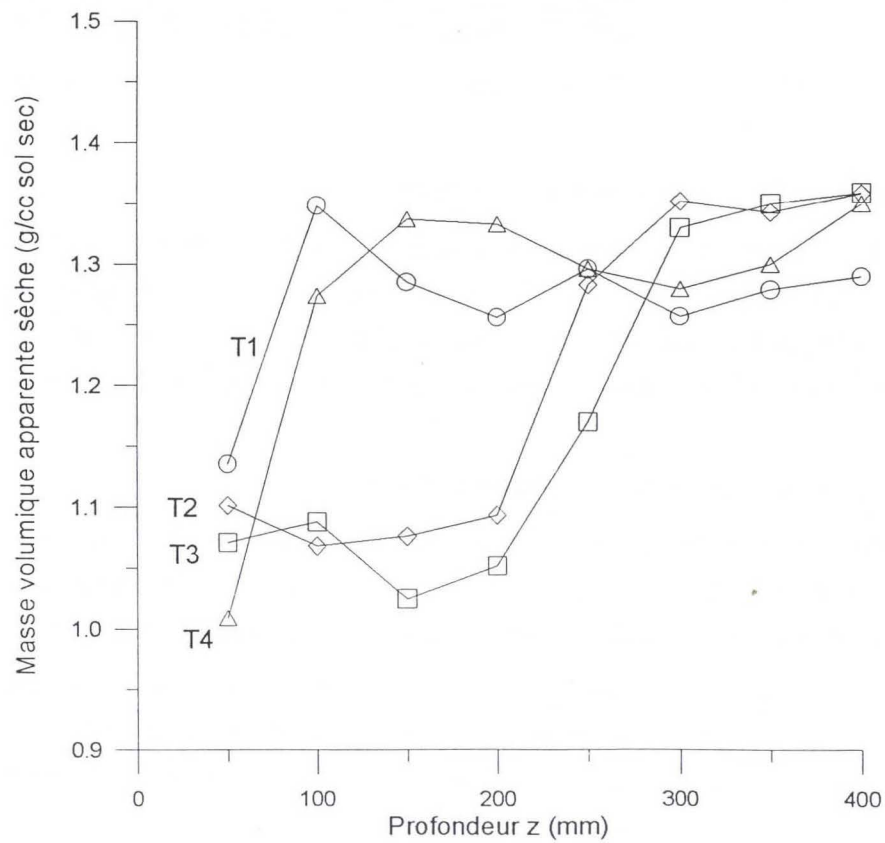


Figure 7. Profils de masse volumique apparente sèche selon les différents itinéraires. Mesures le 01/06/94.



Sous la zone travaillée, on confirme l'observation visuelle en mesurant des densités un peu plus importantes, qui correspondent au fond de travail du Cultirateau : semelle plus compact et lissée. La figure 7. illustre ces observations.

## **5.2. Suivi du peuplement végétal**

### *5.2.1. Positionnement des placettes sur la parcelle*

La parcelle a été séparée en deux parties et seule la partie irriguée par micro-aspiration (microjets) a fait l'objet de comptages. L'autre partie est irriguée au goutte-à-goutte. Toutes les placettes comptées étaient donc irriguées avec un système d'irrigation identique.

Les placettes ont été réparties sur huit traitements différents à raison de 4 placettes par traitement, soit un total de 32 placettes.

Il y a au moins une placette de comptage par planche semée. Le positionnement des placettes est aléatoire sur les planches, et effectué avant la levée de la culture afin d'éviter tout biais. La taille des placettes est  $1.6 \text{ m}^2$  ( $1 \text{ m} \times 1.6 \text{ m}$ ).

Quatre séries de comptages ont été effectuées après le semis, à 16, 22, 32 et 46 jours. Le stade des plantules au moment des comptages n'a pas été pris en compte.

### *5.2.2. Appréciation de la qualité de la levée*

La densité de semis était de 42 graines au mètre linéaire, soit 168 graines par placette.

#### **Aspect de la végétation**

Sur les surfaces reprises au Cultirateau (traitements T2 et T3), on note une certaine homogénéité concernant l'aspect de la végétation, et la densité de peuplement.

En revanche, la levée a été faible et fortement hétérogène sur les traitements T4, le peuplement s'établissant parfois à 10 plants au mètre linéaire. Ceci s'explique par l'état structural grossier obtenu dans la partie sud de la parcelle (voir chap. 5.1.1.). Les deux passages de vibroculteur n'y ont pas permis d'affiner suffisamment le sol pour obtenir une levée régulière. Ailleurs, le vibroculteur a permis d'obtenir un état de surface et un lit de semences plus adaptés.

On met en évidence cependant ici l'avantage procuré par le Cultirateau, qui permet quel que soit l'état du sol avant reprise d'obtenir un état structural final très affiné, propice à la levée.

On note également l'existence de zones éparses dans lesquelles on n'observe aucune levée. Celles-ci peuvent s'expliquer par des défaillances du semoir.

#### **Analyse des résultats obtenus lors des comptages**

Quatre séries de comptages ont été effectuées durant le début du cycle. Ces derniers ont permis de confirmer les différences appréciées visuellement.



La levée s'avèrent bien meilleure sur les buttes réalisées au Cultirateau, quel que soit l'outil de travail du sol utilisé (machine à bêcher, charrue). Le nombre de plants par mètre linéaire de planche semée est de l'ordre de 110 à 130 pieds (pour 168 théoriquement possible). Alors qu'après reprise au vibroculteur, les différences entre traitements sont plus importantes et le nombre de plants est plus faible (de 60 à 120).

On constate une baisse de la densité de plants entre les trois premiers comptages. Le peuplement se stabilise par la suite. Cette remarque est valable quel que soit le type d'itinéraire technique. Il n'existe de plus, aucune relation entre l'importance de la fonte de semis et le nombre de plants levés à 16 jours. Globalement, la fonte de semis entre le premier et le dernier comptage est comprise entre 5 et 20%. Ces valeurs moyennes sont calculées à partir de 4 placettes par traitement. Elles masquent les disparités importantes entre placettes sur les traitements T1 et T4 (vibroculteur).

A noter également que les traitements T1.1. et T.4.2. ont pu subir un effet de bordure.

Quant au type de semis, il n'influe pas sur la densité de levée. Par contre, il pourra avoir une importance non négligeable lors de la formation des bulbes.

### *5.2.3. Appréciation de l'état de la végétation en cours de cycle*

On ne note pas de différences marquantes de l'aspect de la végétation entre les traitements. La seule différence est une quantité de matière verte plus importante sur les buttes en raison d'une meilleure levée.

A noter tout de même qu'un léger manque d'eau au stade "début de bulbification" semble avoir entraîné un ralentissement de la croissance des plants, plus marqué sur les buttes réalisées au Cultirateau.

L'enherbement fut identique sur toute la parcelle. Il a d'ailleurs nécessité plusieurs désherbages manuels, le traitement chimique de pré-levée ayant été un échec. A noter que le contrôle des adventices reste une des préoccupations majeures des producteurs

### *5.2.4. Analyse des données à la récolte*

#### **Méthode d'estimation des rendements**

La récolte a été effectuée sur les placettes de comptage. 20 oignons y ont été prélevés au hasard, ont été équeutés puis pesés afin de déterminer le poids moyen d'un bulbe. Au sein de chaque échantillon, 10 bulbes ont fait l'objet d'une mesure de diamètre afin de calculer une moyenne par placette. Ensuite, une moyenne et un écartype ont été calculés pour chaque traitement.

Le rendement a été calculé à partir du nombre de bulbes par placette et du poids moyen des bulbes mesurés auparavant. La surface d'une placette étant de 1.6 m<sup>2</sup>.

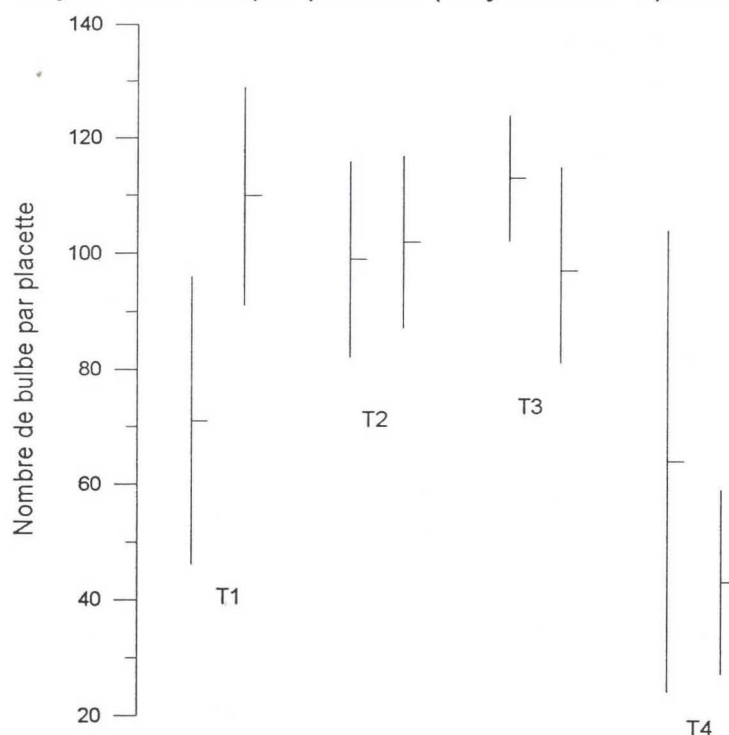
#### **Analyse des résultats**

##### Nombre de bulbes par placette

Le nombre de bulbes par placette est très proche du nombre de plantules comptées au stade « 46 jours après semis », quel que soit l'itinéraire technique. Le taux de bulbification ne semble donc pas influencé ni par la densité de plants, ni par l'itinéraire technique. On retrouve donc au stade récolte, l'homogénéité

constatée à la levée sur les buttes façonnées au Cultirateau, et les disparités observées sur le sol repris au vibroculteur.

Figure 8. Nombre moyen de bulbe par placette (moyenne de 4 placettes +/- écartype)



#### Poids moyen des bulbes

Il existe de grosses différences de poids entre les traitements. La différence semble déterminée uniquement par l'opération de reprise. En effet, le poids des bulbes est plus faible sur les buttes réalisées au Cultirateau que sur le sol repris au vibroculteur (T1, T4 : culture à plat). Deux facteurs ont pu intervenir. D'une part, la forte densité constatée sur buttes peut entraîner une compétition entre plants, et d'autre part le manque d'eau diagnostiqué sur buttes à la bulbification a pu limiter le grossissement.

Il semblerait que le poids du bulbe est d'autant plus faible que la densité est forte. Une exception existe tout de même sur le traitement T1.2. (reprise au vibroculteur), pour lequel la densité est aussi élevée que sur les buttes Cultirateau mais le poids moyen des bulbes beaucoup plus important. Ceci nous amène à dire que le stress hydrique constaté durant la période de début de bulbification a eu des conséquences plus néfastes sur les buttes réalisées au Cultirateau que sur le sol repris au vibroculteur.

Pour les densités inférieures à 100 bulbes au mètre linéaire, le cumul des effets "densité faible" et "bonne disponibilité en eau" permet d'obtenir des bulbes beaucoup plus lourds (T1, T4).

Il apparaît également que le type de semis (éclaté ou double rangs) n'influence pas le poids des bulbes.

#### Diamètre moyen des bulbes

Pour ce paramètre, il existe également des différences importantes entre les traitements. Les bulbes sont d'une manière générale plus petits sur les buttes réalisées au Cultirateau. Il semble que les raisons

soient identiques à celles ayant influencé le poids des bulbes (alimentation hydrique momentanément défailante au moment de la bulbaison).

Figure 9. Poids moyen des bulbes à la récolte (moyenne de 20 oignons par placette, moyenne sur 4 placettes +/- écartype)

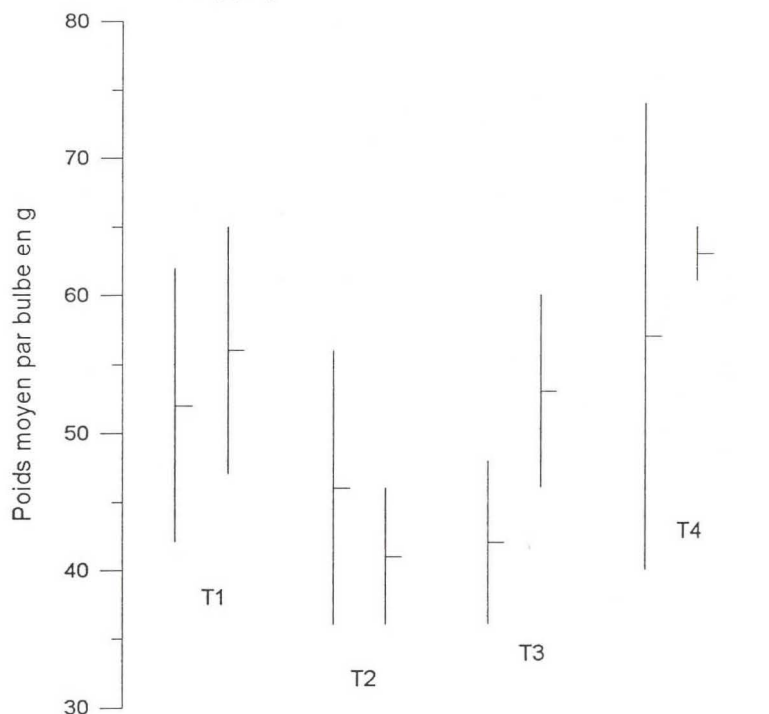
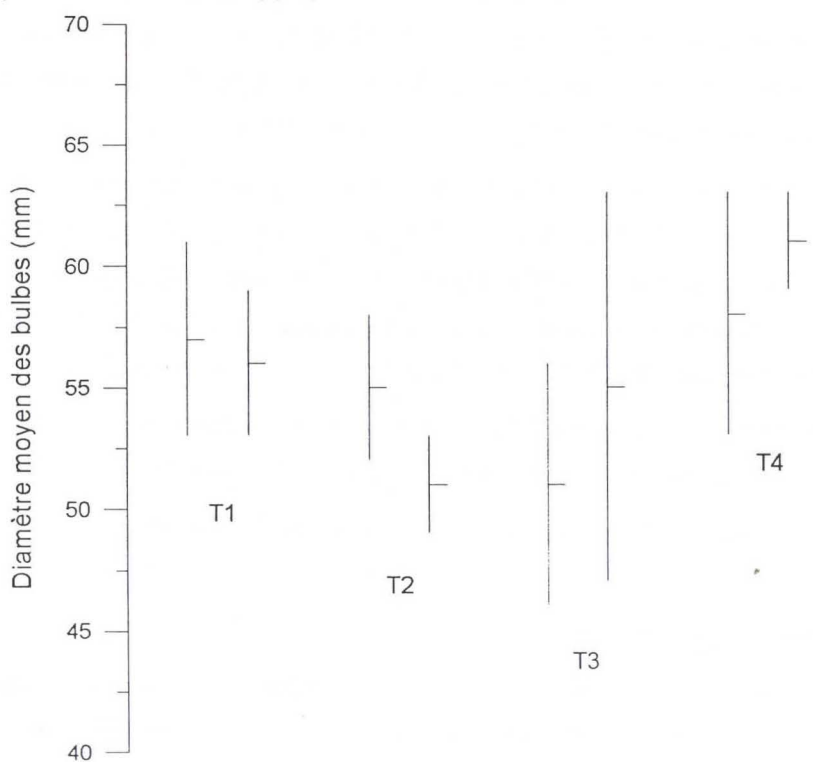


Figure 10. Diamètre moyen des bulbes à la récolte (moyenne de 10 oignons par placette, moyenne sur 4 placettes +/- écartype)



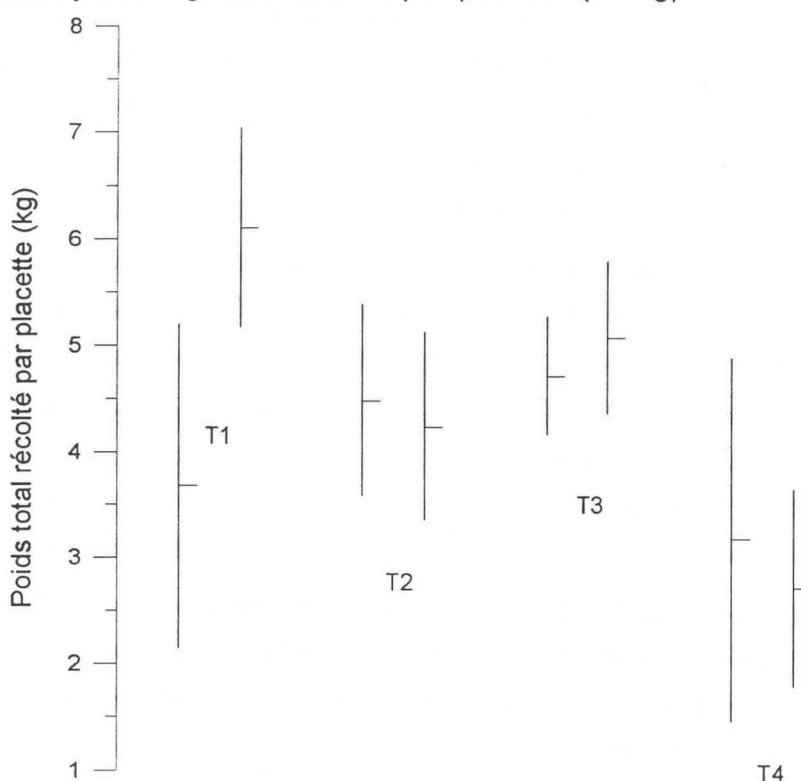


On montre par ailleurs que le poids des bulbes est corrélé positivement avec leur diamètre, que pour des densités inférieures à 100 bulbes par mètre linéaire, l'oignon ne subit aucune contrainte de développement (espace disponible et stress hydrique) et peut atteindre des diamètres de bulbes proche de 100 mm. A noter également que le diamètre des bulbes ne semble pas du tout influencé par le type de semis.

#### Les rendements

Les rendements annoncés ici sont des moyennes calculées à partir de rendements obtenus sur les placettes. Il faudra donc les analyser avec précautions. Malgré tout, nous pouvons dégager des tendances intéressantes.

Figure 11. Poids moyen d'oignons récoltés par placette (en kg).



Les rendements varient de 16 à 38 tonnes par hectare selon les traitements. Les valeurs obtenues sur les sols repris au vibroculteur, sont très variables et en moyenne plus faibles que celles obtenues sur les buttes façonnées au Cultirateau. Ces différences s'expliquent essentiellement par une densité très faible engendrée par une mauvaise levée.

Les meilleurs rendements sont obtenus pour des densités supérieures ou égales à 100 pieds par mètre linéaire. C'est le cas des traitements T2.1, T2.2, T3.1, T3.2. (cultirateau) et T1.2. (vibroculteur). C'est d'ailleurs pour ce dernier que l'on a obtenu les rendements les plus élevés. La différence s'est faite au niveau du grossissement du bulbe, le stress hydrique constaté en début de bulbification ayant été moins pénalisant sur le sol repris au vibroculteur. Quant à la reprise au Cultirateau, elle apparaît comme un gage d'homogénéité.

Même s'il existe des différences importantes entre traitements, tous les itinéraires techniques ont permis d'obtenir des rendements supérieurs à ceux obtenus en moyenne dans la région.

## 6. Conclusion générale

L'intérêt de cette étude réside dans la diversité des critères abordés pour évaluer et comparer les itinéraires techniques testés lors de l'installation mécanisée d'une culture d'oignon. L'apport de la chaîne de mesure embarquée sur le tracteur est indéniable pour quantifier précisément performances et coûts.

Il apparaît une convergence nette sur l'opération de reprise, déterminante sur l'ensemble des critères. Parce que cette opération est notoirement lourde de conséquence sur l'élaboration du lit de semence, l'établissement et le développement des cultures maraîchères. Parce que l'introduction récente d'outils animés, notamment du Cultirateau, bouleverse les conditions techniques, économiques et agronomiques de l'installation de parcelles en oignon.

Cet outil se révèle coûteux à l'utilisation (temps de travaux, consommation, investissement), mais se révèle être un gage d'homogénéité dans la production de l'oignon, essentiellement parce qu'il permet une levée et un développement correct de la culture, en conditions non limitantes en eau.

La production moyenne sur les buttes reprises au Cultirateau a été de 28.9 tonnes par hectare, avec un écartype de moins de 5 tonnes (contre 24.5 tonnes +/- 11 t. sur les planches reprises au vibroculteur).

Lors de stress momentanés en eau à des stades critiques, le profil des buttes se révèle en revanche peut favorable. De même, l'utilisation répétée de cet outil pourrait nuire à terme à un maintien de la fertilité : déstructuration totale du sol, destruction de la macrofaune, tassements profonds...

En tout état de cause, il convient de mettre en relation le surcoût occasionné par l'utilisation du Cultirateau et les gains de productivité obtenus. Très grossièrement et en soulignant le caractère ponctuel des résultats obtenus ici, on constate que le surcoût occasionné est de 1900 FF par hectare. Le gain de productivité moyen est de 4.4 tonnes par hectare. L'intérêt économique brut de l'outil n'est donc pas en cause.

Il apparaît que cet outil n'est cependant pas adapté à tous les terrains. En parcelles pentues, il est difficile d'établir des planches rectilignes, les temps de travaux sont allongés et le semis mécanisé compromis. En sol pierreux, la rupture fréquente des sécurités allonge excessivement les temps de chantier et trahit la détérioration à terme des pièces travaillantes.

On notera que la référence « vibroculteur » n'est peut-être pas la meilleure. Compte tenu du type de sol, il aurait été très intéressant de tester un cultivateur à disque, passé à grande vitesse. Rappelons en outre que les agriculteurs ont actuellement largement recours à des outils animés pour établir le lit de semence : rotavator, rotalabour... qui semblent présenter les mêmes risques agronomiques à terme que le Cultirateau (tassements, déstructuration).

Concernant la préparation profonde, on note les performances comparables des outils testés. L'expérience a montré dans d'autres circonstances que la rotobèche pouvait s'avérer très utile en conditions extrêmes : parcelles pentues et de petite taille, forte humidité du sol...

Enfin, pour établir un coût plus complet d'itinéraires cohérents (coût de production-hectare), il est nécessaire d'intégrer toutes les opérations mises en oeuvre pour aboutir à la production : opérations préalables (épandage de fumier, désherbage), traitements en cours de culture (herbicide post-levée, fongicide), opérations de récolte. Concernant ce dernier poste, l'évaluation technico-économique de l'arracheuse acquise par la CUMA-POP serait intéressante. On trouvera en annexe une description exhaustive des différentes opérations relatives à la parcelle d'essai.

## Références bibliographiques

- ARMEFLHOR, 1993. Bilan des actions du groupe « Oignons ». Campagne 1993. Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière Légumière et Horticole, 2p.
- Fiévet M., 1982. Calcul des charges entraînées par l'utilisation du matériel. *In* : La gestion des équipements, Institut National de Gestion et d'Economie Rurale, 1982, p155-163.
- Garon I, 1990. Etude d'une chaîne de mesure de terrain pour matériels agricoles. Mémoire ENITRTS / CIRAD Réunion, 125 p.
- Guilluy D., Perret S., 1991. Expérimentation d'outils de préparation de sol en maraîchage sur andosol. 2. Impacts sur l'état structural du profil. Note technique 03/91, CIRAD Réunion, 16p et annexes.
- Leroy M., 1994. Causes de variation du rendement de l'oignon à la Réunion. Mémoire de DAA, INA-PG / CIRAD Réunion, nov. 1994, 57p et annexes.
- Perret S., 1993. Etude des propriétés physiques, hydriques et mécaniques de sols andiques de la Réunion. Facteurs naturels et anthropiques d'évolution des horizons cultureux, implications agronomiques et écologiques. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, ENSAM, CIRAD-SAR, num.01/93, 278p et annexes.
- Perret S., Danflous J.-P., Clariond A. 1991a. Expérimentation d'outils de préparation de sol en maraîchage sur andosol. 1. Impacts sur les propriétés physiques et le fonctionnement hydrodynamique de l'horizon cultural. Note technique 01/91, CIRAD Réunion, 14p.
- Perret S., Guilluy D., Pilté J.-M., 1991b. Confection de substrats horticoles : expérimentation d'outils et caractérisation des sols. *In* : Le CIRAD à la Réunion, rapport annuel 1991, p85-89.
- Perret S., Pirot R., Barret P., Gallet P., Deurveilher D., 1994. Etude et définition d'un appareillage électronique d'acquisition de données embarqué sur tracteur. CIRAD-SAR, num. 06/94, 19p et annexes.
- Villeneuve N., 1994. Utilisation de l'analyse de sol en agriculture. Application à une parcelle expérimentale du CFPPA de Piton Saint Leu. Mémoire de Licence de Géographie, Université de la Réunion / CIRAD Réunion, 60p.

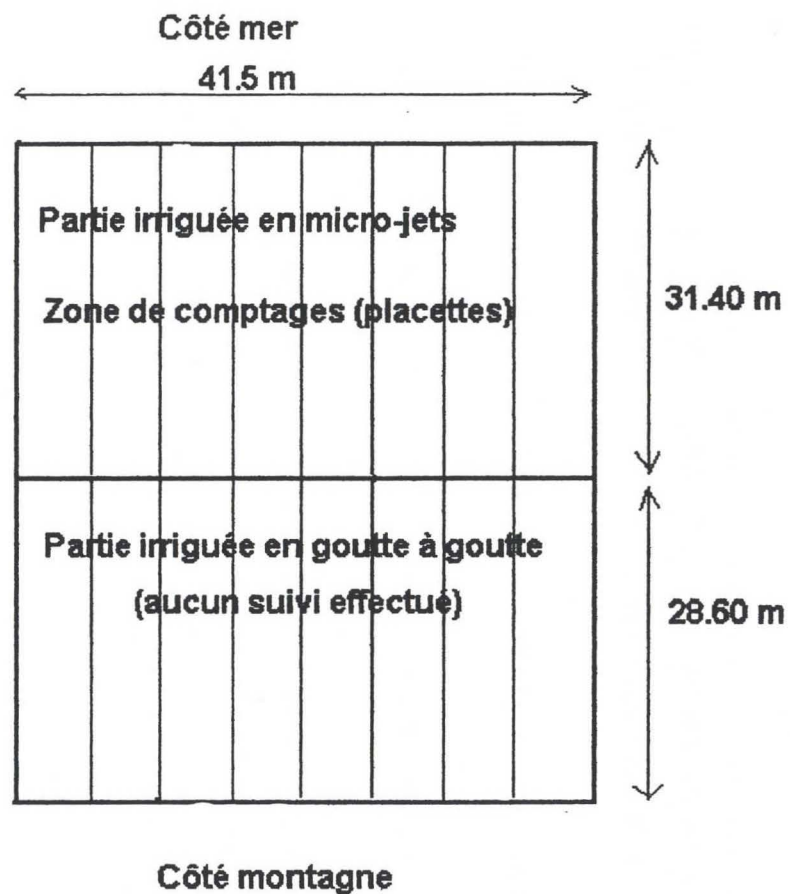




# Description de l'ensemble de l'itinéraire technique conduit sur la parcelle d'essai

Date	Opération / Outil	Produit (matière active)	Quantité	Dose / hectare	Coût à l'unité	Temps de travail	Main d'oeuvre
10 nov. 1993	Pulvérisation / Tracteur	Herbicide Roundup (Glyphosate)	2.5 l	7 l/ha	112 FF/l	40 min.	2 personnes
22 nov. 1993	Cultivateur à dents / tracteur	-	-	-	-	60 min.	1 personne
27 jan. 1994	Pulvérisation / Tracteur	Herbicide Ouragan (Sulfosate)	2.5 l	7 l/ha	120 FF/l	50 min.	1 personne
10 fév. 1994	Cultivateur à dents / tracteur	-	-	-	-	60 min.	1 personne
23 fév. 1994	Epandage fumier / tracteur	Fumier de boeuf	-	50 t/ha	2000 FF (total)	8 heures	1 personne
16-21 fév. 94	Installation de la culture *	-	-	-	-	-	-
28 fév. 1994	Pulvérisation / Tracteur	Herbicide Totril (Ioxynil)		2.5 l/ha		30 min.	2 personnes
01 avr. 1994	Pulvérisation / Tracteur	Fongicide Pomarsol (Thirame)		3.5 kg/ha	66 FF/kg	30 min.	2 personnes
15 mai 1994	Désherbage manuel	-	-	-	-	20 heures	4 personnes

\* se reporter aux opérations décrites dans le document

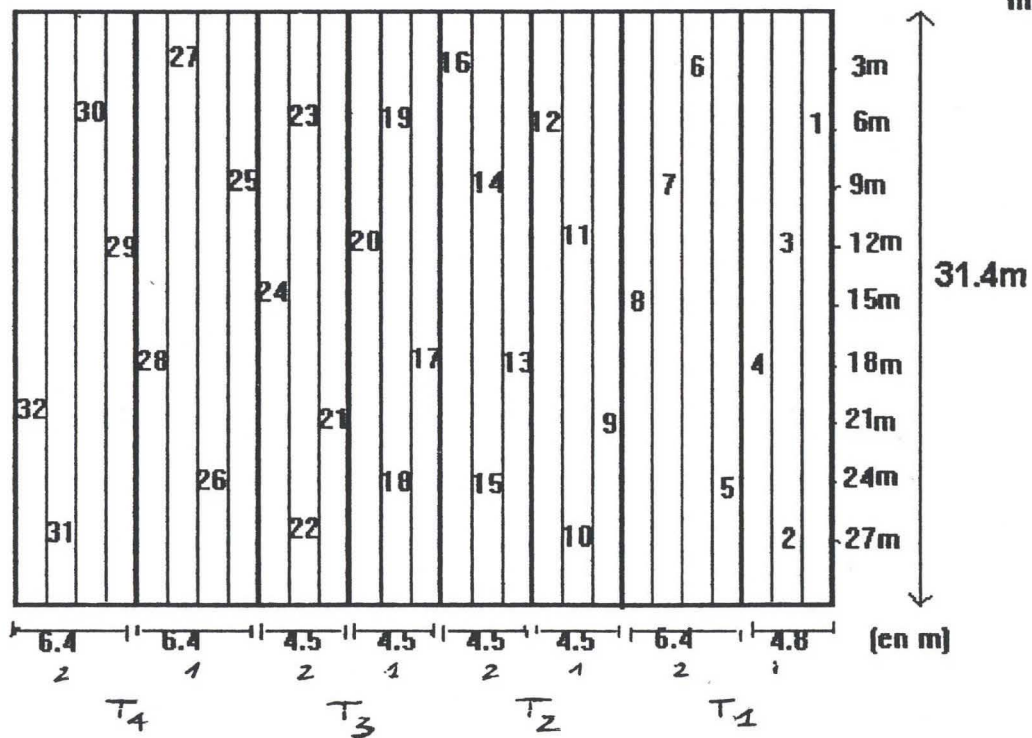


Partie de la parcelle où ont été effectués les comptages

41.5 m



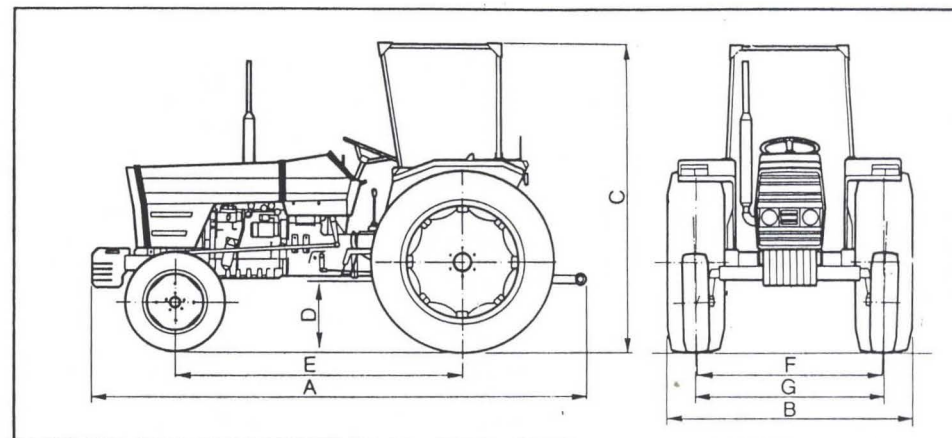
Partie irriguée en micro-jets





# CARACTERISTIQUES

## DONNÉES GÉNÉRALES



### Avec pneumatiques

- avant
- arrière

### POIDS (\*)

- En ordre de travail avec relevage hydraulique muni d'attelage trois points, jantes des roues en acier estampé, ..... total Kg.
- Comme ci-dessus avec lestage avant et arrière Kg.
- En ordre de travail avec relevage hydraulique muni d'attelage trois points, jantes des roues en fonte ..... total Kg.
- Comme ci-dessus avec lestage avant et arrière ..... Kg.

### DIMENSIONS

- A - Longueur maxi avec bras du relevage horizontaux:
  - sans lestage avant mm.
  - avec lestage avant mm.
- B - Largeur ..... mm.
- C - Hauteur maxi (au cadre de sécurité) .... mm.
- D - Garde au sol ..... mm.
- E - Empattement ..... mm.
- F - Voie avant ..... mm.
- G - Voie arrière ..... mm.

254	
2RM	4RM
6.50-16 13.6/12-28	9.5/9-20 13.6/12-28
2070	2360
2520	2870
-	-
-	-
3520 3780	3550 3780
1540÷2240	1740÷2240
2290	2290
380	310
2080	2060
Voir tableaux des voies	

274		284		294	
2 RM	4 RM	2 RM	4 RM	2 RM	4 RM
6.50-16 14.9/13-30	9.5/9-24 14.9/13-30	7.50/16 16.9/14-30	11.2/10-24 16.9/14-30	7.50-20 16.9/14-30	11.2/10-24 16.9/14-30
2300	2520	2480	2670	2550	2840
2810	3030	3010	3180	3060	3350
-	-	2670	2850	2730	3020
-	-	3190	3360	3240	3530
3620 3910	3730 3910	3630 3970	3740 3970	3750 3810	3830 4080
1590÷2280	1740÷2280	1730÷2430	1830÷2430	1750÷2440	1840÷2440
2310	2310	2340	2340	2360	2360
470	360	480	390	540	400
2210	2180	2240	2210	2300	2270
Voir tableaux des voies		Voir tableaux des voies		Voir tableaux des voies	

\*) Pour les tracteurs équipés de super-réducteur ajouter 40 Kg. aux données fournies sur le tableau.

## MOTEUR

### Type

Sigle  
Nombre de cylindres  
Alésage (Nominal)  
Course  
Cylindrée  
Taux de compression  
Puissance  
Régime de couple maxi  
Couple maxi  
Régime ralenti  
Régime maxi sous charge  
Régime maxi à vide  
Chemises des cylindres

## DISTRIBUTION

### Type

Données de la distribution:

- admission: début avant le  
P.M.H.  
fin après le P.M.I.  
- echappement: début avant le  
P.M.I.  
fin après le P.M.H.

Jeu des culbuteurs: à chaud  
à froid

## ALIMENTATION

Pompe d'alimentation  
Pompe d'injection

Filtre sur le refoulement à la pompe  
d'injection  
Ordre d'injection  
Porte-injecteurs - C.A.V.  
Pulvérisateurs - C.A.V.  
Pression de tarage des injecteurs  
Pression d'injection  
Angle d'avance à l'injection, avant le  
P.M.H.  
Abaissement correspondant du piston  
Thermostart  
Filtre à air

254	274
Perkins à cycle Diesel, à 4 temps à injection directe	
AD3 152S	A4-236
3 verticaux en ligne	4 verticaux en ligne
91,44 mm.	98,43 mm.
127 mm.	127 mm.
2502 cm <sup>3</sup>	3865 cm <sup>3</sup>
16,5:1	16:1
53 CV	67 CV
1350 tr/mn	1400 tr/mn
174, daNm	24,8 daNm
650 tr/mn	650 tr/mn
2250 tr/mn	2100 tr/mn
2390 tr/mn	2410 tr/mn
A sec, démontables, en fonte	
A soupapes en tête	
13°	9°
43°	39°
46°	57°
10°	11°
0,25 mm.	
0,30 mm.	
AC-DELCO, à membrane, avec levier à main	
C.A.V. rotative, avec régulateur mécanique à masses centrifuges	
avance automatique	avance fixe
C.A.V. élément rechargeable, bouchon de purge	
1-2-3	1-3-4-2
BKBL 67 S 5299	BKBL 67 S 5151
BDLL 150 S 6602	BDLL 150 S 6705
190 bar	175 bar
175 bar	170 bar
16°	23°
3,15 mm.	6,35 mm.
C.A.V.	
En bain d'huile avec préfiltre	

## MOTEUR

### Type

Sigle  
Nombre de cylindres  
Alésage (Nominal)  
Course  
Cylindrée  
Taux de compression  
Puissance  
Régime de couple maxi  
Couple maxi  
Régime ralenti  
Régime maxi sous charge  
Régime maxi à vide  
Chemises des cylindres

## DISTRIBUTION

### Type

Données de la distribution:

- admission: début avant le  
P.M.H.  
fin après le P.M.I.  
- echappement: début avant le  
P.M.I.  
fin après le P.M.H.

Jeu des culbuteurs: à chaud  
à froid

## ALIMENTATION

Pompe d'alimentation  
Pompe d'injection

Filtre sur le refoulement à la pompe  
d'injection  
Ordre d'injection  
Porte-injecteurs - C.A.V.  
Pulvérisateurs - C.A.V.  
Pression de tarage des injecteurs  
Pression d'injection  
Angle d'avance à l'injection, avant le  
P.M.H.  
Abaissement correspondant du piston  
Thermostart  
Filtre à air

284	294
Perkins à cycle Diesel, à 4 temps à injection directe	
A4-236	A4-248
4 verticaux en ligne	
98,43 mm.	100,96 mm.
127 mm.	127 mm.
3865 cm <sup>3</sup>	4067 cm <sup>3</sup>
16:1	16:1
75 CV	84 CV
1400 tr/mn	1400 tr/mn.
26,5 daNm*	28,8 daNm
650 tr/mn	650 tr/mn
2200 tr/mn	2100 tr/mn
2390 tr/mn	2260 tr/mn
A sec, démontables, en fonte	
A soupape en tête	
9°	9°
39°	39°
57°	57°
11°	11°
0,25 mm.	
0,30 mm.	
AC-DELCO, à membrane, avec levier à main	
C.A.V. rotative avec régulateur mécanique à masses centrifuges avec avance fixe	
C.A.V., élément rechargeable, bouchon de purge.	
1 - 3 - 4 - 2	
BKBL 67 S 5151	BKBL 67 S 5151
BDLL 150 S 6561	BDLL 150 S 6507
175 bar	175 bar
170 bar	170 bar
23°	24°
6,35 mm.	6,98 mm.
C.A.V.	
En bain d'huile, avec préfiltre	



# APPLICATIONS AUXILIAIRES

- Essieu avant équipé de blocage de différentiel avec engagement et désengagement automatique «NO SPIN».
- Dispositifs d'attelage
  - Fourche avant de manoeuvre.
  - Crochet d'attelage arrière catégorie A avec barre oscillante.
- Distributeurs auxiliaires à centre ouvert avec tuyauteries et raccords à branchement rapide type «Push-pull» jusqu'à 2 au maximum. Ils peuvent fonctionner à simple et à double effet. Disponibles en 3 versions:
  - 1 - Distributeur à deux positions transformable de simple à double effet.
  - 2 - Distributeur avec position flottante.
  - 3 - Distributeur avec décrochage automatique.
- Ensemble de raccords à branchement rapide type «Push-Pull» avec tuyauteries, pour distributeurs auxiliaires pour commande à distance.
- Prise hydraulique supplémentaire avec raccord à branchement rapide type «Push-Pull» pour le fonctionnement des cylindres à simple effet.
- Vérins auxiliaires pour relevage max. 2. Diamètre: 40 mm. Seulement pour 284-294.
- Masses de lestage pour l'essieu AV: 8 plaques en fonte pesant 30 Kg. chacune pour un total de 240 Kg.
- Masses de lestage pour roues AR: 4 anneaux en fonte, deux par roue, de 60 kg. chacun pour un total de 240 Kg.
- Direction hydrostatique: Type «Danfoss» avec pompe et circuit indépendant. Pression maxi.: 100 bar. Sur demande pour tracteurs à 2 roues motrices et pour le 254 à 4 roues motrices.
- Poulie d'entraînement:
  - Diamètre: 240 mm.
  - Largeur de la bande: 155 mm.
  - Vitesse de rotation de 1375 tr/mn du moteur.
- Pare-soleil.
- Boîtes de vitesses avec super-réducteur avec un rapport de réduction de 1:5,3197 permettant d'obtenir 8 vitesses d'avancement supplémentaires et 4 marches arrière très lentes pour un total de 20 vitesses d'avancement et 8 marches arrière. Sur les tableaux ci-dessous sont reportées les vitesses très lentes d'avancement et de marche arrière disponibles avec le super-réducteur.

254 - Vitesses en Km/h au régime maxi. (2250 tr/mn)

VITESSE	PNEUMATIQUES ARRIERE					
	13.6/12-28		14.9/13-28		12.4/11-32	
	NORMALE	VELOX DRIVE	NORMALE	VELOX DRIVE	NORMALE	VELOX DRIVE
1 <sup>ère</sup>	0,248	0,311	0,258	0,324	0,260	0,326
2 <sup>ème</sup>	0,383	0,486	0,398	0,505	0,401	0,509
3 <sup>ème</sup>	0,486	0,627	0,506	0,652	0,509	0,658
4 <sup>ème</sup>	0,607	0,923	0,632	0,961	0,637	0,968
5 <sup>ème</sup>	0,759	0,761	0,790	0,791	0,796	0,798
6 <sup>ème</sup>	0,938	1,187	0,975	1,236	0,983	1,246
7 <sup>ème</sup>	1,187	1,533	1,236	1,595	1,245	1,607
8 <sup>ème</sup>	1,496	2,257	1,557	2,349	1,570	2,368
1 <sup>ère</sup> M.A.	0,647	0,811	0,673	0,845	0,679	0,851
2 <sup>ème</sup> M.A.	1,000	1,267	1,041	1,218	1,049	1,329
3 <sup>ème</sup> M.A.	1,267	1,635	1,318	1,702	1,328	1,715
4 <sup>ème</sup> M.A.	1,980	2,407	2,060	2,506	2,077	2,525

274 - Vitesses en Km/h au régime maxi. (2100 tr/mn)

VITESSE	PNEUMATIQUES ARRIERE					
	13.6/12-28		14.9/13-28		16.9/14-30	
	NORMALE	VELOX DRIVE	NORMALE	VELOX DRIVE	NORMALE	VELOX DRIVE
1 <sup>ère</sup>	0,232	0,290	0,241	0,312	0,249	0,326
2 <sup>ème</sup>	0,358	0,454	0,373	0,487	0,384	0,509
3 <sup>ème</sup>	0,454	0,585	0,472	0,628	0,487	0,657
4 <sup>ème</sup>	0,567	0,862	0,590	0,925	0,609	0,967
5 <sup>ème</sup>	0,709	0,710	0,737	0,762	0,760	0,796
6 <sup>ème</sup>	0,875	1,109	0,911	1,190	0,939	1,244
7 <sup>ème</sup>	1,109	1,431	1,154	1,535	1,190	1,605
8 <sup>ème</sup>	1,397	2,107	1,453	2,261	1,499	2,264
1 <sup>ère</sup> M.A.	0,605	0,757	0,629	0,813	0,649	0,850
2 <sup>ème</sup> M.A.	0,934	1,183	0,972	1,269	1,002	1,327
3 <sup>ème</sup> M.A.	1,182	1,526	1,230	1,638	1,269	1,712
4 <sup>ème</sup> M.A.	1,848	2,247	1,923	2,412	1,983	2,521



## Lubrification

De type forcé, par pompe à rotor avec prise de force directe depuis le vilebrequin.

Epuration de l'huile par:

- filtre à crépine placé à l'aspiration de la pompe.
- filtre à élément de rechange placé au refoulement.

Pression de l'huile (avec moteur au régime de puissance maxi): 2,1 bar.

## Refroidissement

Par eau, avec circulation forcée au moyen d'une pompe centrifuge. Radiateur à tuyaux verticaux. Ventilateur aspirant sur le même arbre de la pompe à eau, commandé par courroie trapézoïdale par le vilebrequin.

Circulation de l'eau du moteur au radiateur réglée par thermostat.

Pour des températures ambiantes très basses, il est indispensable d'utiliser une solution antigel (Voir le chapitre «Entretien» à page 63).

Régime thermique normal: 80 à 85 °C.

## Démarrage du moteur

Par démarreur électrique (pour les caractéristiques voir «installation électrique»). Dispositif «thermostart» pour démarrage par temps froid.

## TRANSMISSION

### Embrayage

Deux embrayages monodisques à sec de 11" formant un groupe unique: un embrayage relie le moteur à la boîte de vitesses, l'autre relie le moteur à la transmission de la prise de force. Les deux embrayages ont des commandes séparées: le premier par pédale et le deuxième par manette.

Matériaux des disques.

### 254 - 274

- Embrayage boîte de vitesses ..... Organique
- Embrayage prise de force ..... Organique

### 284 - 294

- Embrayage boîte de vitesses ..... Pastilles céramétallix
- Embrayage prise de force Organique

### Boîte de vitesses

A engrenages toujours en prise, subdivisée en deux sections: la première comprend les quatre vitesses synchronisées, la deuxième comprend un enclenchement en prise directe, deux réductions et un renvoi de marche arrière. Au total 12 vitesses d'avancement et 4 marches arrière.

### Réductions

#### 254 - 274

- Couple conique ..... 1:4,875
- Réducteurs finaux, couple engrenages à dents droites ..... 1:5,5

#### 284 - 294

- Couple conique ..... 1:4,875
- Réducteurs finaux, couple engrenages à dents droites ..... 1:6,09

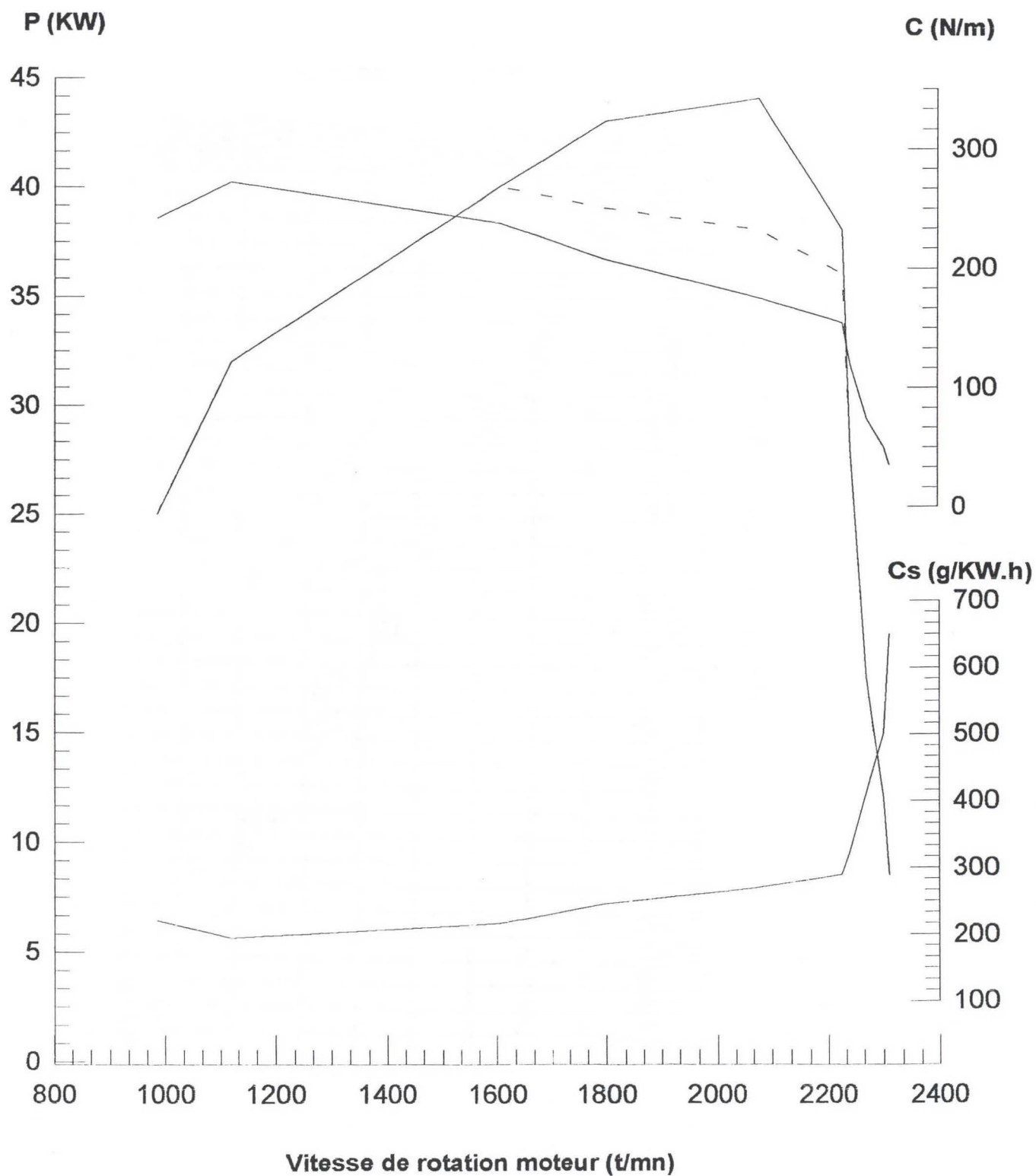
## 254 - Vitesses en Km/h avec moteur au régime de puissance maxi (2250 tr/min)

GAMME	VITESSE	PNEUMATIQUES ARRIERE					
		13.6/12-28		14.9/13-28		12.4/11-32	
		NORMALE	VELOXDRIVE	NORMALE	VELOXDRIVE	NORMALE	VELOXDRIVE
Lente	1 <sup>ère</sup>	1,321	1,654	1,374	1,722	1,385	1,735
	2 <sup>ème</sup>	2,041	2,585	2,124	2,689	2,140	2,711
	3 <sup>ème</sup>	2,585	3,335	2,691	3,471	2,712	3,497
	4 <sup>ème</sup>	3,232	4,912	3,364	5,112	3,389	5,151
Normale	5 <sup>ème</sup>	4,039	4,036	4,203	4,210	4,326	4,243
	6 <sup>ème</sup>	4,989	6,318	5,191	6,576	5,232	6,627
	7 <sup>ème</sup>	6,318	8,154	6,576	8,486	6,627	8,552
	8 <sup>ème</sup>	7,961	12,010	8,284	12,498	8,348	12,595
Rapide	9 <sup>ème</sup>	9,876	9,967	10,277	10,372	10,358	10,453
	10 <sup>ème</sup>	12,290	15,565	12,790	16,197	12,890	16,323
	11 <sup>ème</sup>	15,565	20,010	16,196	20,916	16,324	21,079
	12 <sup>ème</sup>	24,319	29,568	25,308	30,770	25,505	31,010
Marche arrière	1 <sup>ère</sup>	3,445	4,316	3,585	4,490	3,614	4,526
	2 <sup>ème</sup>	5,321	6,742	5,538	7,015	5,581	7,070
	3 <sup>ème</sup>	6,739	8,697	7,018	9,051	7,068	9,121
	4 <sup>ème</sup>	10,534	12,808	10,961	13,329	11,047	13,433

## 274 - Vitesses en Km/h avec moteur au régime de puissance maxi (2100 tr/mn)

GAMME	VITESSE	PNEUMATIQUES ARRIERE					
		13.6/12-28		14-9/14-30		16-9/14-30	
		NORMALE	VELOXDRIVE	NORMALE	VELOXDRIVE	NORMALE	VELOXDRIVE
Lente	1 <sup>ère</sup>	1,233	1,545	1,323	1,658	1,335	1,733
	2 <sup>ème</sup>	1,905	2,413	2,044	2,589	2,070	2,707
	3 <sup>ème</sup>	2,413	3,113	2,590	3,341	2,612	3,493
	4 <sup>ème</sup>	3,016	4,584	3,237	4,920	3,265	5,143
Normale	5 <sup>ème</sup>	3,770	3,776	4,046	4,052	4,163	4,237
	6 <sup>ème</sup>	4,656	5,898	4,997	6,329	5,138	6,617
	7 <sup>ème</sup>	5,898	7,611	6,329	8,167	6,382	8,539
	8 <sup>ème</sup>	7,430	11,209	7,974	12,029	8,028	12,576
Rapide	9 <sup>ème</sup>	9,218	9,303	9,892	9,983	9,973	10,437
	10 <sup>ème</sup>	11,471	14,527	12,311	15,590	12,411	16,299
	11 <sup>ème</sup>	14,527	18,759	15,590	20,132	15,718	23,047
	12 <sup>ème</sup>	22,699	27,597	24,354	29,616	24,551	30,963
Marche arrière	1 <sup>ère</sup>	3,216	4,028	3,452	4,323	3,482	4,519
	2 <sup>ème</sup>	4,967	6,292	5,330	6,752	5,374	7,059
	3 <sup>ème</sup>	6,290	8,117	6,750	8,711	6,800	9,107
	4 <sup>ème</sup>	9,832	11,954	10,551	12,829	10,637	13,412

## COURBES CARACTERISTIQUES DU MF 274/4



# Passage au banc dynamometrique MF274

## Régime moteur

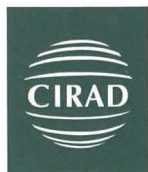
Passage au banc dynamométrique MF274 (à 350m d'altitude)

	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200
9.6	39.5								
6	24.5								
3.6	10								
2.1	0								
10.5		40							
6		22							
3.6		10							
2.4		0							
10.8			40						
6.6			24.5						
4.2			10						
2.7			0						
11.3				40.5					
6.9				24					
4.5				11					
2.7				0					
11.7					42				
8.1					27				
5.1					11.5				
3					0				
11						35.5			
7.2						21			
5.4						9.75			
3.3						0			
12							36		
7.2							17		
5.7							10.75		
3.9							0		
12.8								40	
9.3								27	
6.6								11.5	
4.2								0	
13.7									38
8.39									20
6.6									11.5
4.5									0

Consommation l/h

Puissance PTO kW





Centre  
de coopération  
internationale  
en recherche  
agronomique  
pour le  
développement

**Département  
des systèmes  
agroalimentaires  
et ruraux  
CIRAD-SAR**

**Antenne  
de la Réunion**

97487  
Saint-Denis Cedex  
téléphone :  
(262) 52 50 09  
télécopie :  
(262) 52 68 60  
télex :  
916 033 RE